

Patent Abstracts of Japan

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-86677

(P2000-86677A)

(43) 公開日 平成12年3月28日 (2000.3.28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームコード* (参考)

C 0 7 F 7/28

C 0 7 F 7/28

C 4 H 0 4 9

7/00

7/00

A 4 J 0 2 8

C 0 8 F 4/64

C 0 8 F 4/64

10/00

10/00

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 55 頁)

(21) 出願番号

特願平10-255855

(22) 出願日

平成10年9月10日 (1998.9.10)

(71) 出願人 000005887

三井化学株式会社

東京都千代田区霞が関三丁目2番5号

(72) 発明者 松居 成和

山口県玖珂郡和木町和木六丁目1番2号

三井化学株式会社内

(72) 発明者 三谷 誠

山口県玖珂郡和木町和木六丁目1番2号

三井化学株式会社内

(74) 代理人 100075524

弁理士 中嶋 重光 (外1名)

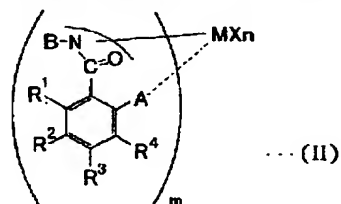
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 新規な遷移金属錯体、オレフィン重合用触媒およびオレフィンの重合方法

(57) 【要約】

【課題】 オレフィン重合用触媒に有用な新規な遷移金属化合物、優れた重合活性を示すオレフィン重合用触媒、該触媒を用いたオレフィンの重合方法を提供する。

【解決手段】 オレフィン重合用触媒は、(A) 下記一



般式 (II) のような遷移金属化合物と、(B) 有機金属化合物、有機アルミニウムオキシ化合物、遷移金属化合物 (A) と反応してイオン対を形成する化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物とからなる。

【化1】

M: 周期表第3~11族の遷移金属原子

m: 1~8

A: -O-, -S-, -Se-, -N(R⁵)-, -O(R⁶),

または -R⁷ と -R⁸ と -R⁹ と -R¹⁰ と -R¹¹ と

を有する炭素原子

B: Nの結合基として -R^a、-R^b と -R^c、=NR^d

または =C(R^e)R^f

R¹~R¹¹, R^a~R^f: 水素、炭化水素基等

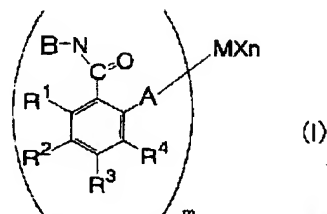
n: Mの価数を満たす数

X: ハロゲン、炭化水素基等

【特許請求の範囲】

【請求項1】下記一般式(I)で表される遷移金属化合物。

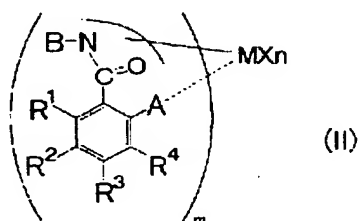
【化1】



(式中、Mは、周期律表第3～11族の遷移金属原子を示し、mは、1～6の整数を示し、Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=C(R^e)R^fを示す。R¹～R⁵および、R^b～R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹～R⁵および、R^b～R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれぞれ同士は、互いに同一でも異なってもよく、nは、Mの価数を満たす数であり、Xは、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、アルミニウム含有基、リン含有基、ハロゲン含有基、ヘテロ環式化合物残基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基またはスズ含有基を示し、nが2以上の場合には、Xで示される複数の基は互いに同一でも異なってもよく、またXで示される複数の基は互いに結合して環を形成していてもよい。)

【請求項2】下記一般式(II)で表される遷移金属化合物。

【化2】

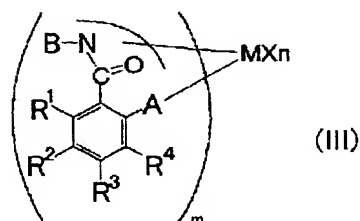


(式中、M、Xおよびnは前記と同じ。mは、1～6の整数を表す。Aは結合基-R⁵を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R⁷と-R⁸、=NR⁹、または=C(R¹⁰)R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは結合基-R^aまたはNと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=C(R^e)R^fを示す。R¹～R¹¹およびR^a～R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、

ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹～R¹¹およびR^a～R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれぞれ同士は、互いに同一でも異なってもよい。また、Mは、Nおよび/またはOと結合している。)

【請求項3】下記一般式(III)で表される遷移金属化合物。

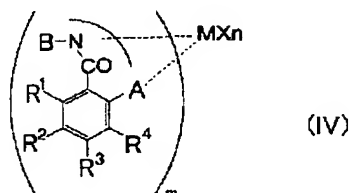
【化3】



(式中、M、Xおよびnは前記と同じ。mは1～3の整数を表す。Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子を示す。Bは結合基-R^aまたはNと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=C(R^e)R^fを示す。R¹～R⁵およびR^a～R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹～R⁵およびR^a～R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれぞれ同士は、互いに同一でも異なってもよい。また、Mは、Nおよび/またはOと結合している。)

【請求項4】下記一般式(IV)で表される遷移金属化合物。

【化4】

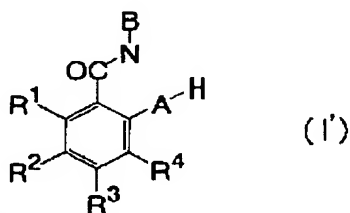


(式中、M、Xおよびnは前記と同じ。mは1～6の整数を表す。Aは結合基-R⁵を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R⁷と-R⁸、=NR⁹、または=C(R¹⁰)R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=C(R^e)R^fを示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。R¹～R⁴、R⁵～R¹¹およびR^b～R^fは、Rのそ

れぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、 m が2以上のときは、 $R^1 \sim R^4$ 、 $R^6 \sim R^{11}$ および $R^b \sim R^f$ で示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、また R のそれぞれ同士は、互いに同一でも異なってもよい。)

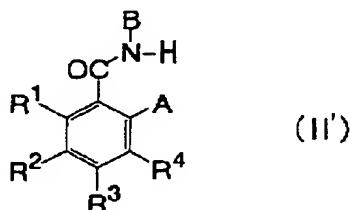
【請求項5】(A) 下記一般式(I')で表される化合物、下記一般式(II')で表される化合物、下記一般式(III')で表される化合物および下記一般式(IV')で表される化合物から選ばれた化合物または該化合物と塩基との接触生成物と、 MX_k (k は M の価数を満たす数で、 X は前記と同じ)とを反応させて得られる遷移金属化合物。

【化5】



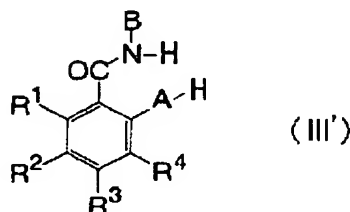
(Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基- R^5 を有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基- R^b と- R^c 、 $=NR^d$ 、または $=CR^eR^f$ を示す。Rのそれぞれは、前記と同じ。)

【化6】



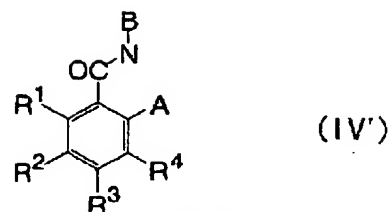
(Aは結合基- R^6 を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基- R^7 と- R^8 、 $=NR^9$ 、または $=CR^{10}R^{11}$ を有する窒素原子を示す。Bは結合基- R^a を示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。)

【化7】



(Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基- R^5 を有する窒素原子を示す。Bは結合基- R^a を示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。)

【化8】



(Aは結合基- R^6 を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基- R^7 と- R^8 、 $=NR^9$ 、または $=CR^{10}R^{11}$ を有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基- R^b と- R^c 、 $=NR^d$ 、または $=CR^eR^f$ を示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。)

【請求項6】(A) 請求項5で得られる遷移金属化合物と(B) (B-1) 有機金属化合物、(B-2) 有機アルミニウムオキシ化合物、および(B-3) 遷移金属化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物よりなる群から選ばれる少なくとも1種の化合物とからなることを特徴とするオレフィン重合用触媒。

【請求項7】(A) 請求項1から4のいずれかに記載された遷移金属化合物と(B) (B-1) 有機金属化合物、(B-2) 有機アルミニウムオキシ化合物、および(B-3) 遷移金属化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物よりなる群から選ばれる少なくとも1種の化合物とからなることを特徴とするオレフィン重合用触媒。

【請求項8】オレフィン重合用触媒が、さらに、担体(C)とからなることを特徴とする前記請求項6および7のいずれかに記載のオレフィン重合用触媒。

【請求項9】請求項6ないし8に記載のオレフィン重合用触媒の存在下にオレフィンを重合または共重合することを特徴とするオレフィンの重合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は新規な遷移金属化合物を提供し、該遷移金属化合物からなるオレフィン重合用触媒、ならびに該オレフィン重合用触媒を用いたオレフィンの重合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】オレフィン重合用触媒としては、いわゆるカミンスキー触媒がよく知られている。この触媒は非常に重合活性が高く、分子量分布が狭い重合体得られるという特徴がある。このようなカミンスキー触媒に用いられる遷移金属化合物としては、たとえばビス(シクロペンタジエニル)ジルコニウムジクロリド(特開昭58-19309号公報参照)や、エチレンビス(4,5,6,7-テトラヒドロインデン)ジルコニウムジクロリド(特開昭61-130314号公報参照)などが知られている。また重合に用いる遷移金属化合物が異なると、オレフィン重合活性や得られるポリオレフィンの性状が大きく異なることも知られている。さらに、最近新しい

オレフィン重合用触媒としてジイミン構造の配位子を持った遷移金属化合物（国際公開特許第9623010号参照）が提案されている。

【0003】ところで、一般にポリオレフィンは、機械的特性などに優れているため各種成形体用など種々の分野に用いられているが、近年ポリオレフィンに対する物性の要求が多様化しており、様々な性状のポリオレフィンが望まれている。また生産性の向上も課題である。このような状況のもと、オレフィン重合活性に優れ、しかも優れた性状を有するポリオレフィンを製造しうるオレフィン重合用触媒の出現が望まれている。

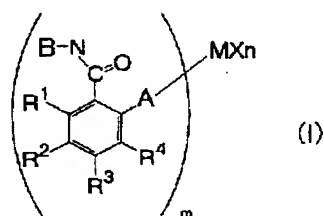
【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、新規な遷移金属化合物を提供し、該遷移金属化合物からなる優れたオレフィン重合活性を有するオレフィン重合用触媒、および該触媒を用いるオレフィンの重合方法を提供することを目的とする。

【0005】

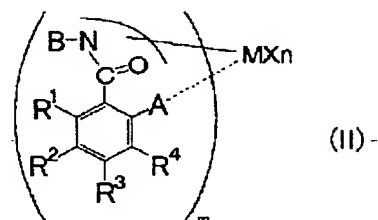
【課題を解決するための手段】本発明は、下記一般式
(I)～(IV)で表される新規な遷移金属化合物を提供す
る。

【化9】



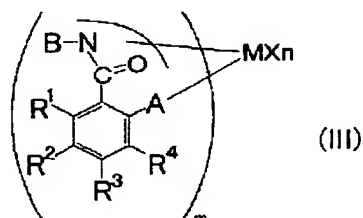
(式中、Mは、周期律表第3～11族の遷移金属原子を示し、mは、1～6の整数を示し、Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R^aを有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。R¹～R⁵および、R^b～R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹～R⁵および、R^b～R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれぞれ同士は、互いに同一でも異なってもよく、nは、Mの価数を満たす数であり、Xは、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、アルミニウム含有基、リン含有基、ハロゲン含有基、ヘテロ環式化合物残基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基またはスズ含有基を示し、nが2以上の場合には、Xで示される複数の基は互いに同一でも異なってもよく、またXで示される複数の基は互いに結合して環を形成してもよい。)

【化10】



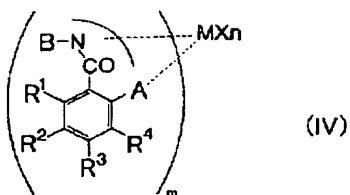
(式中、M、Xおよびnは前記と同じ。mは、1〜6の整数を表す。Aは結合基—R⁶を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基—R⁷と—R⁸、=NR⁹、または=C R¹⁰R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは結合基—R^aまたはNと結合する基—R^bと—R^c、=NR^d、または=C R^eR^fを示す。R¹〜R¹¹およびR^a〜R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なっているいてもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹〜R¹¹およびR^a〜R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれぞれ同士は、互いに同一でも異なっているいてもよい。また、Mは、Nおよび/またはOと結合している。)

【化1 1】



(式中、M、Xおよびnは前記と同じ。mは1~3の整数を表す。Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子を示す。Bは結合基-R^aまたはNと結合する基-R^bと-R^c、=N-R^d、または=C-R^e-R^fを示す。R¹~R⁵およびR^a~R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹~R⁵およびR^a~R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれぞれ同十は、互いに同一でも異なってもよい。

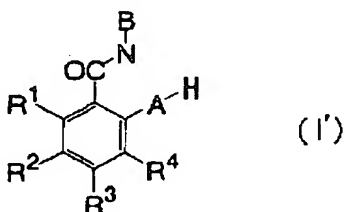
【化12】



(式中、M、Xおよびnは前記と同じ。mは1～6の整数を表す。Aは結合基-R⁶を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R⁷と-R⁸、=NR⁹、または=CR¹⁰R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。R¹～R⁴、R⁵～R¹¹およびR^b～R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹～R⁴、R⁵～R¹¹およびR^b～R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれぞれ同士は、互いに同一でも異なってもよい。)

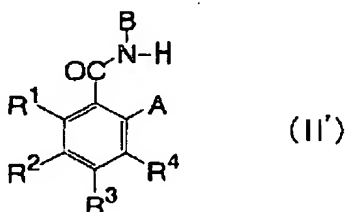
本発明は、また(A)下記一般式(I')で表される化合物、下記一般式(II')で表される化合物、下記一般式(III')で表される化合物および下記一般式(IV')で表される化合物から選ばれた化合物または該化合物と塩基との接触生成物と、MX_k(kはMの価数を満たす数で、Xは前記と同じ)とを反応させて得られる遷移金属化合物を提供する。

【化13】



(Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。Rのそれぞれは、前記と同じ。)

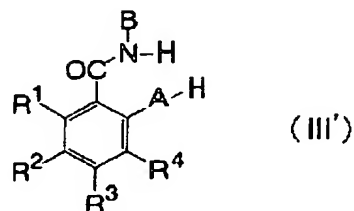
【化14】



(Aは結合基-R⁶を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R⁷と-R⁸、=NR⁹、

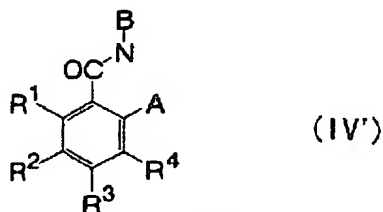
または=CR¹⁰R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは結合基-R^aを示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。)

【化15】



(Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子を示す。Bは結合基-R^aを示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。)

【化16】



(Aは結合基-R⁶を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R⁷と-R⁸、=NR⁹、または=CR¹⁰R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。)

さらに、上記で得られる遷移金属化合物と(B)(B-1)有機金属化合物、(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物、および(B-3)遷移金属化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物よりなる群から選ばれる少なくとも1種の化合物とからなることを特徴とするオレフィン重合用触媒を提供する。さらにまた、本発明は、(A)、上記一般式(I)～(IV)で表わされる遷移金属化合物と、(B)(B-1)有機金属化合物、(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物、および(B-3)遷移金属化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物よりなる群から選ばれる少なくとも1種の化合物とからなることを特徴とするオレフィン重合用触媒をも提供するものである。

【0006】本発明に係るオレフィン重合用触媒は、前記遷移金属化合物(A)と、(B-1):有機金属化合物、(B-2):有機アルミニウムオキシ化合物、および(B-3):遷移金属化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物よりなる群から選ばれる少なくとも1種の化合物(B)に加えて、担体(C)を含んでもよい。

【0007】さらに本発明は、は、前記のような触媒の存在下に、オレフィンを重合または共重合させるオレフィンの重合方法を提供する。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の遷移金属化合物、およびこの遷移金属化合物からなるオレフィン重合用触

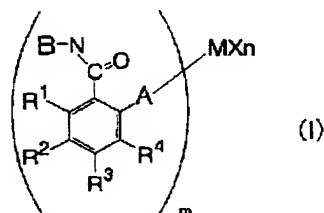
媒ならびにこの触媒を用いたオレフィンの重合方法について具体的に説明する。なお、本明細書において「重合」という語は、単独重合だけでなく、共重合をも包含した意味で用いられることがあり、「重合体」という語は、単独重合体だけでなく、共重合体をも包含した意味で用いられることがある。

【0009】本発明に係る新規な遷移金属化合物は、前記一般式(I)～(IV)で表わされる化合物および前記一般式(I')～(IV')で表される化合物と、一般式 MX_k で表される化合物との反応生成物である。また、本発明に係るオレフィン重合用触媒は、(A)上記の遷移金属化合物と、(B)(B-1)有機金属化合物、(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物、および(B-3)遷移金属化合物と反応してイオン対を形成する化合物よりなる群から選ばれる少なくとも1種の化合物とから形成されている。まず、本発明の遷移金属化合物(A)とともに、それからなるオレフィン重合用触媒の各触媒成分について説明する。

【0010】(A) 遷移金属化合物

本発明で用いられる第1の遷移金属化合物は、下記一般式(I)～(IV)で表される化合物について説明する。

【化17】



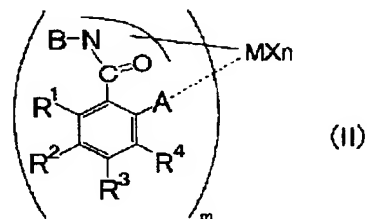
式(1)中、Mは周期律表第3～11族の遷移金属原子(3族にはランタノイドも含まれる)を示し、好ましくは3～10族(3族にはランタノイドも含まれる)の金属原子であり、より好ましくは3～5族および8～10族の金属原子であり、特に好ましくは4族または5族の金属原子である。具体的には、スカンジウム、イットリウム、ランタノイド、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、クロム、モリブデン、タングステン、マンガン、レニウム、鉄、ルテニウム、コバルト、ロジウム、ニッケル、パラジウムなどであり、好ましくはスカンジウム、ランタノイド、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、鉄、コバルト、ロジウム、ニッケル、パラジウムなどであり、より好ましくは、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、鉄、コバルト、ロジウムなどであり、特に好ましくはチタン、ジルコニウム、ハフニウムである。mは、1～6の整数を示す。Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子を表す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。式(1)のAとしては、中でもイオウ原

子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子がより好ましい。R¹～R⁵およびR^b～R^fは、中のRそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹～R⁵およびR^b～R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またR¹～R⁵およびR^b～R^fで示される基のRそれぞれ同士は、互いに同一でも異なってもよく、nは、Mの価数を満たす数であり、Xは、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、アルミニウム含有基、リン含有基、ハロゲン含有基、ヘテロ環式化合物残基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基またはスズ含有基を示し、nが2以上の場合には、Xで示される複数の基は互いに同一でも異なってもよく、またXで示される複数の基は互いに結合して環を形成してもよい。ここで、Aがイオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子を有する場合は、本発明の一つの対応である。

【0011】式(1)でMはAとはイオン結合または共有結合で結ばれている。式中Nおよび/またはOがM配位していてもよい。

【0012】つぎに式(II)で表される化合物は以下のとおりである。

【化18】



式中、M、Xおよびnは前記と同じ。mは、1～6の整数を表す。Aは結合基-R⁶を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R⁷と-R⁸、=NR⁹、または=CR¹⁰R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは結合基-R^aまたはNと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。R¹～R¹¹およびR^a～R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹～R¹¹およびR^a～R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれぞれ同士は、互いに同一でも異なつて

いてもよい。また、Mは、Nおよび／またはOと結合している。

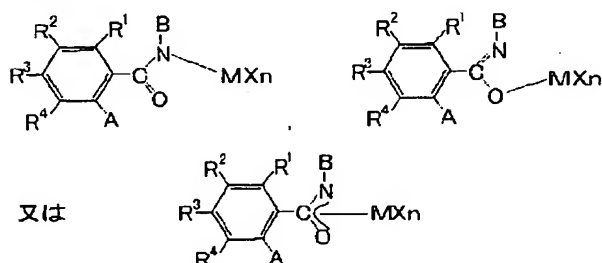
【0013】式(II)における下記の結合表示は、Mが、Nおよび／またはOと結合していることを表す。

【化19】



MがNおよび／またはOと結合する形態には、MがNまたはOとイオン結合または共有結合している場合と、Mが π 結合している場合がある。それぞれの結合を図示すると以下になる。

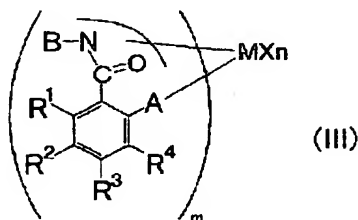
【化20】



なお、本発明では、MとAの間の……は、通常配位結合を表すが、本発明では、配位結合している状態および結合していない状態を表す。即ちMとAは配位結合しているか否かは、NMR、IRおよび／またはX線結晶構造解析によって確認することができる。

【0014】次に式(III)で表される化合物について説明する。

【化21】

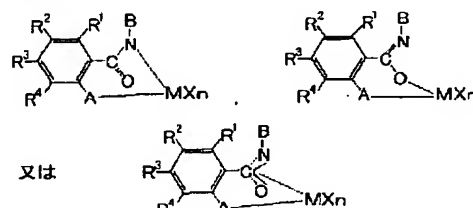


式中、M、Xおよびnは前記と同じ。mは1～3の整数を表す。Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子を示す。Bは結合基-R^aまたはNと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。R¹～R⁵およびR^a～R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹～R⁵およびR^a～R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれ

ぞれ同士は、互いに同一でも異なってもよい。

【0015】式中Mは上記式(II)と同様、Nおよび／またはOと結合している。MとNおよび／またはOとの結合状態は上記式(II)と同様である。また、MとAとはイオン結合または共有結合で結ばれている。式(III)におけるMおよび／またはO並びにAとの結合を図示すると以下になる。

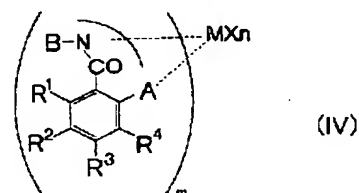
【化22】



【0016】本発明では、式(III)におけるMとNおよび／またはOとの結合においては、MがOと結合するか、 π 結合している場合が一つの態様として挙げられる。

【0017】次に式(IV)で表される化合物について説明する。

【化23】



式中、M、Xおよびnは前記と同じ。mは1～6の整数を表す。Aは結合基-R⁵を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R⁷と-R⁸、=NR⁹、または=CR¹⁰R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。R¹～R⁴、R⁵～R¹¹およびR^b～R^fは、Rのそれぞれが互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。また、mが2以上のときは、R¹～R⁴、R⁵～R¹¹およびR^b～R^fで示される基のうち2個の基が連結されていてもよく、またRのそれぞれ同士は、互いに同一でも異なってもよい。

【0018】式中MとNおよび／またはOとの関計は、上記式(II)および(III)と同様である。MとA並びにNおよび／またはOとの間の……は、通常配位結合を表すが、本発明では、配位結合している状態および結合していない状態を表す。ただしMとA、およびNおよび／またはOとの間の……のいずれか一方は配位結合していることが好ましい。MとAが結合しているか否かは、NM

R, IRおよび/またはX線結晶構造解析によって確認することができる。

【0019】ここで式(I)～(IV)において、R¹～R¹¹およびR^a～R^fとしては、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、炭化水素置換シリル基、炭化水素置換シロキシ基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリーロキシ基、アリールチオ基、アシル基、エステル基、チオエステル基、アミド基、イミド基、アミノ基、イミノ基、スルホンエステル基、スルホンアミド基、シアノ基、ニトロ基、カルボキシ基、スルホ基、メルカプト基またはヒドロキシ基を好ましい基として挙げるることができる。

【0020】ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。炭化水素基として具体的には、メチル、エチル、n-プロピル、イソプロピル、n-ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ネオペンチル、n-ヘキシルなどの炭素原子数が1～30、好ましくは1～20の直鎖状または分岐状のアルキル基；ビニル、アリル(allyl)、イソプロペニルなどの炭素原子数が2～30、好ましくは2～20の直鎖状または分岐状のアルケニル基；エチニル、プロパルギルなど炭素原子数が2～30、好ましくは2～20の直鎖状または分岐状のアルキニル基；シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシル、アダマンチルなどの炭素原子数が3～30、好ましくは3～20の環状飽和炭化水素基；シクロペンタジエニル、インデニル、フルオレニルなどの炭素数5～30の環状不飽和炭化水素基；フェニル、ベンジル、ナフチル、ビフェニル、ターフェニル、フェナントリル、アントラセニルなどの炭素原子数が6～30、好ましくは6～20のアリール(aryl)基；トリル、iso-プロピルフェニル、t-ブチルフェニル、ジメチルフェニル、ジ-tert-ブチルフェニルなどのアルキル置換アリール基などが挙げられる。

【0021】上記炭化水素基は、水素原子がハロゲンで置換されていてもよく、たとえば、トリフルオロメチル、ペンタフルオロフェニル、クロロフェニルなどの炭素原子数1～30、好ましくは1～20のハロゲン化炭化水素基が挙げられる。また、上記炭化水素基は、水素原子が他の炭化水素基で置換されていてもよく、たとえば、ベンジル、クミルなどのアリール基置換アルキル基などが挙げられる。

【0022】さらにまた、上記炭化水素基は、ヘテロ環式化合物残基；アルコキシ基、アリーロキシ基、エステル基、エーテル基、アシル基、カルボキシ基、カルボナート基、ヒドロキシ基、ペルオキシ基、カルボン酸無水物基などの酸素含有基；アミノ基、イミノ基、アミド基、イミド基、ヒドラジノ基、ヒドラゾノ基、ニトロ基、ニトロソ基、シアノ基、イソシアノ基、シアン酸エステル基、アミジノ基、ジアゾ基、アミノ基がアンモニウム塩となったものなどの窒素含有基；ボランジイル

基、ボラントリイル基、ジボラニル基などのホウ素含有基；メルカプト基、チオエステル基、ジチオエステル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、チオアシル基、チオエーテル基、チオシアン酸エステル基、イソチアン酸エステル基、スルホンエステル基、スルホンアミド基、チオカルボキシ基、ジチオカルボキシ基、スルホ基、スルホニル基、スルフィニル基、スルフェニル基などのイオウ含有基；ホスフィド基、ホスホリル基、チオホスホリル基、ホスファート基などのリン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を有していてもよい。

【0023】これらのうち、特に、メチル、エチル、n-プロピル、イソプロピル、n-ブチル、イソブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ネオペンチル、n-ヘキシルなどの炭素原子数1～30、好ましくは1～20の直鎖状または分岐状のアルキル基；フェニル、ナフチル、ビフェニル、ターフェニル、フェナントリル、アントラセニルなどの炭素原子数6～30、好ましくは6～20のアリール基；これらのアリール基にハロゲン原子、炭素原子数1～30、好ましくは1～20のアルキル基またはアルコキシ基、炭素原子数6～30、好ましくは6～20のアリール基またはアリーロキシ基などの置換基が1～5個置換した置換アリール基などが好ましい。

【0024】ヘテロ環式化合物残基としては、ピロール、ピリジン、ピリミジン、キノリン、トリアジンなどの含窒素化合物、フラン、ピランなどの含酸素化合物、チオフェンなどの含硫黄化合物などの残基、およびこれらのヘテロ環式化合物残基に炭素原子数が1～30、好ましくは1～20のアルキル基、アルコキシ基などの置換基がさらに置換した基などが挙げられる。

【0025】R¹～R¹¹およびR^a～R^fとして示される酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基としては、上記炭化水素基に含まれてもよい置換基として例示したものと同様のものが挙げられる。

【0026】ケイ素含有基としては、シリル基、シロキシ基、炭化水素置換シリル基、炭化水素置換シロキシ基など、具体的には、メチルシリル、ジメチルシリル、トリメチルシリル、エチルシリル、ジエチルシリル、トリエチルシリル、ジフェニルメチルシリル、トリフェニルシリル、ジメチルフェニルシリル、ジメチル-tert-ブチルシリル、ジメチル(ペンタフルオロフェニル)シリルなどが挙げられる。これらの中では、メチルシリル、ジメチルシリル、トリメチルシリル、エチルシリル、ジエチルシリル、トリエチルシリル、ジメチルフェニルシリル、トリフェニルシリルなどが好ましい。特にトリメチルシリル、トリエチルシリル、トリフェニルシリル、ジメチルフェニルシリルが好ましい。炭化水素置換シロキシ基として具体的には、トリメチルシロキシなどが挙げられる。ゲルマニウム含有基およびスズ含有基として

は、前記ケイ素含有基のケイ素をゲルマニウムおよびスズに置換したものが挙げられる。

【0027】次に上記で説明した $R^1 \sim R^{11}$ および $R^a \sim R^f$ の例について、より具体的に説明する。酸素含有基のうち、アルコキシ基としては、メトキシ、エトキシ、*n*-プロポキシ、イソプロポキシ、*n*-ブトキシ、イソブトキシ、*tert*-ブトキシなどが、アリーロキシ基としては、フェノキシ、2,6-ジメチルフェノキシ、2,4,6-トリメチルフェノキシなどが、アシル基としては、ホルミル基、アセチル基、ベンゾイル基、*p*-クロロベンゾイル基、*p*-メトキシベンゾイル基などが、エステル基としては、アセチルオキシ、ベンゾイルオキシ、メトキシカルボニル、フェノキシカルボニル、*p*-クロロフェノキシカルボニルなどが好ましく例示される。

【0028】窒素含有基のうち、アミド基としては、アセトアミド、*N*-メチルアセトアミド、*N*-メチルベンズアミドなどが、アミノ基としては、ジメチルアミノ、エチルメチルアミノ、ジフェニルアミノなどが、イミド基としては、アセトイミド、ベンズイミドなどが、イミノ基としては、メチルイミノ、エチルイミノ、プロピルイミノ、ブチルイミノ、フェニルイミノなどが好ましく例示される。

【0029】イオウ含有基のうち、アルキルチオ基としては、メチルチオ、エチルチオ等が、アリールチオ基としては、フェニルチオ、メチルフェニルチオ、ナフチルチオ等が、チオエステル基としては、アセチルチオ、ベンゾイルチオ、メチルチオカルボニル、フェニルチオカルボニルなどが、スルホンエステル基としては、スルホン酸メチル、スルホン酸エチル、スルホン酸フェニルなどが、スルホンアミド基としては、フェニルスルホンアミド、*N*-メチルスルホンアミド、*N*-メチル-*p*-トルエンスルホンアミドなどが好ましく挙げられる。

【0030】 $R^1 \sim R^c$ および $R^9 \sim R^f$ は、これらのうちの2個以上の基、好ましくは隣接する基が互いに連結して脂肪環、芳香環または、窒素原子などの異原子を含む炭化水素環を形成していてもよく、これらの環はさらに置換基を有していてもよい。

【0031】また、上記式(I)～(IV)において、*m*が2以上の場合には、一つの配位子に含まれる $R^1 \sim R^{11}$ および $R^a \sim R^f$ のうちの1個の基と、他の配位子に含まれる $R^1 \sim R^{11}$ および $R^a \sim R^f$ のうちの1個の基とが結合されていていてもよい。 R 同士が結合される場合は、その結合の主鎖が3個以上の原子で形成されるものが好ましい。さらに、配位子間で R のそれぞれ同士は互いに同一でも異なってもよい。

【0032】 X は、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、アルミニウム含有基、リン含有基、ハロゲン含有基、ヘテロ環式化合物残基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示す。*n*は、*M*の価数を

満たす数であり、具体的には0～5、好ましくは1～4、より好ましくは1～3の整数である。なお、*n*が2以上の場合には、複数の X は互いに同一であっても、異なってもよい。

【0033】ここで、ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。炭化水素基としては、前記 $R^1 \sim R^6$ で例示したものと同様のものが挙げられる。具体的には、メチル、エチル、プロピル、ブチル、ヘキシル、オクチル、ノニル、ドデシル、アイコシルなどのアルキル基；シクロペンチル、シクロヘキシル、ノルボルニル、アダマンチルなどの炭素原子数が3～30のシクロアルキル基；ビニル、プロペニル、シクロヘキセニルなどのアルケニル基；ベンジル、フェニルエチル、フェニルプロピルなどのアリールアルキル基；フェニル、トリル、ジメチルフェニル、トリメチルフェニル、エチルフェニル、プロピルフェニル、ビフェニル、ナフチル、メチルナフチル、アントリル、フェナントリルなどのアリール基などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、これらの炭化水素基には、ハロゲン化炭化水素、具体的には炭素原子数1～20の炭化水素基の少なくとも一つの水素がハロゲンに置換した基も含まれる。これらのうち、炭素原子数が1～20のものが好ましい。

【0034】ヘテロ環式化合物残基としては、前記 $R^1 \sim R^{11}$ および $R^a \sim R^f$ で例示したものと同様のものが挙げられる。

【0035】酸素含有基としては、前記 $R^1 \sim R^{11}$ および $R^a \sim R^f$ で例示したものと同様のものが挙げられ、具体的には、ヒドロキシ基；メトキシ、エトキシ、プロポキシ、ブトキシなどのアルコキシ基；フェノキシ、メチルフェノキシ、ジメチルフェノキシ、ナフトキシなどのアリーロキシ基；フェニルメトキシ、フェニルエトキシなどのアリールアルコキシ基；アセトキシ基；カルボニル基などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0036】イオウ含有基としては、前記 $R^1 \sim R^{11}$ および $R^a \sim R^f$ で例示したものと同様のものが挙げられ、具体的には、メチルスルフォネート、トリフルオロメタンスルフォネート、フェニルスルフォネート、ベンジルスルフォネート、*p*-トルエンスルフォネート、トリメチルベンゼンスルフォネート、トリイソブチルベンゼンスルフォネート、*p*-クロロベンゼンスルフォネート、ペンタフルオロベンゼンスルフォネートなどのスルフォネート基；メチルスルフィネート、フェニルスルフィネート、ベンジルスルフィネート、*p*-トルエンスルフィネート、トリメチルベンゼンスルフィネート、ペンタフルオロベンゼンスルフィネートなどのスルフィネート基；アルキルチオ基；アリールチオ基などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0037】窒素含有基として具体的には、前記 $R^1 \sim$

R¹は、前記R^{1'}、R^{1''}に例示したものと同様のものが挙げられ、具体的には、アミノ基；メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジプロピルアミノ、ジブチルアミノ、シクロヘキシルアミノなどのアルキルアミノ基；フェニルアミノ、ジフェニルアミノ、ジトリルアミノ、ジナフチルアミノ、メチルフェニルアミノなどのアリールアミノ基またはアルキルアリールアミノ基などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0038】ホウ素含有基として具体的には、BR₃（Rは、水素、アルキル基、置換基を有してもよいアリール基、ハロゲン原子等を示す）が挙げられる。リン含有基として具体的には、トリメチルホスフィン、トリブチルホスフィン、トリシクロヘキシルホスフィンなどのトリアルキルホスフィン基；トリフェニルホスフィン、トリトリルホスフィンなどのトリアリールホスフィン基；メチルホスファイト、エチルホスファイト、フェニルホスファイトなどのホスファイト基（ホスフィド基）；ホスホン酸基；ホスフィン酸基などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0039】ケイ素含有基として具体的には、前記R¹～R¹¹およびR^{1'}～R^{1''}に例示したものと同様のものが挙げられ、具体的には、フェニルシリル、ジフェニルシリル、トリメチルシリル、トリエチルシリル、トリプロピルシリル、トリシクロヘキシルシリル、トリフェニルシリル、メチルジフェニルシリル、トリトリルシリル、トリナフチルシリルなどの炭化水素置換シリル基；トリメチルシリルエーテルなどの炭化水素置換シリルエーテル基；トリメチルシリルメチルなどのケイ素置換アルキル基；トリメチルシリルフェニルなどのケイ素置換アリール基などが挙げられる。

【0040】ゲルマニウム含有基として具体的には、前記R¹～R¹¹およびR^{1'}～R^{1''}で例示したものと同様のものが挙げられ、具体的には、前記ケイ素含有基のケイ素をゲルマニウムに置換した基が挙げられる。

【0041】スズ含有基としては、前記R¹～R¹¹およびR^{1'}～R^{1''}に例示したものと同様のものが挙げられ、より具体的には、前記ケイ素含有基のケイ素をスズに置換した基が挙げられる。

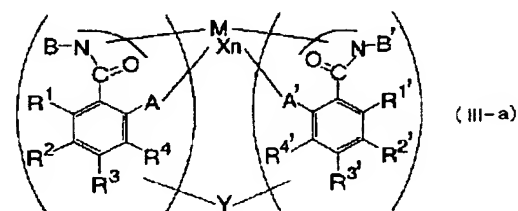
【0042】ハロゲン含有基として具体的には、PF₆、BF₄などのフッ素含有基、ClO₄、SbCl₆などの塩素含有基、IO₄などのヨウ素含有基が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0043】アルミニウム含有基として具体的には、AlR₃（Rは水素、アルキル基、置換基を有してもよいアリール基、ハロゲン原子等を示す）が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0044】なお、nが2以上の場合は、Xで示される複数の基は互いに同一でも異なってもよく、またXで示される複数の基は互いに結合して環を形成してもよい。

【0045】前記一般式(I)～(IV)で表される遷移金属化合物において、mが2であり、一つの配位子に含まれるR¹～R¹¹およびR^{1'}～R^{1''}のうちの1個の基と、他の配位子に含まれるR¹～R¹¹およびR^{1'}～R^{1''}のうちの1個の基とが連結されている化合物であってもよい。たとえば、下記一般式(III)を例にとって説明すると、(III-a)で表される化合物を挙げることができる。

【化24】



式中、M、A、B、R¹～R¹¹、n及びXは前記と同じ。AとA'、BとB'、RとR'はそれぞれ同じ意味を持つが、それぞれは同一であっても異なってもよい。A'は、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R^{5'}を有する窒素原子、または結合基-R^{6'}を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R^{7'}と-R^{8'}、=NR^{9'}、または=CR^{10'}、R^{11'}を有する窒素原子を示す。B'は、結合基-R^{1'}またはNと結合する基-R^{2'}と-R^{3'}、=NR^{4'}、または=CR^{5'}、R^{6'}を示す。

【0046】R^{1'}～R^{11'}およびR^{1''}～R^{1'''}は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ヘテロ環式化合物残基、酸素含有基、窒素含有基、ホウ素含有基、イオウ含有基、リン含有基、ケイ素含有基、ゲルマニウム含有基、またはスズ含有基を示し、具体的にはR¹～R¹¹およびR^{1'}～R^{1''}で例示されたものと同様の原子または基を示す。R^{1'}～R^{11'}およびR^{1''}～R^{1'''}のうちの2個以上の基、好ましくは隣接する基は互いに連結して脂肪族環、芳香族環または窒素原子などの異原子を含む炭化水素環を形成していてもよい。

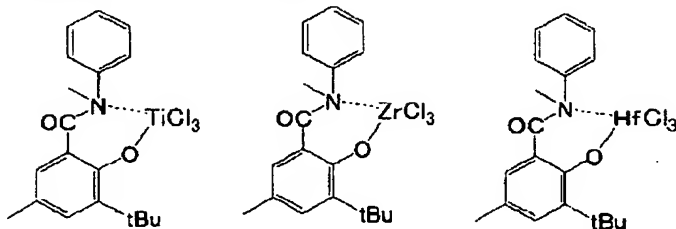
【0047】Yは、R¹～R¹¹およびR^{1'}～R^{1''}から選ばれる少なくとも1の基と、R^{1'}～R^{11'}およびR^{1''}～R^{1'''}から選ばれる少なくとも1の基とを結合する結合基または単結合である。結合基は特に制限されるものではないが、好ましくは主鎖が原子3個以上、より好ましくは4個以上20個以下、特に好ましくは4個以上10個以下で構成された構造を有する。なお、この結合基は置換基を有してもよい。

【0048】Yで示される結合基としては、酸素、イオウ、炭素、窒素、リン、ケイ素、セレン、スズ、ホウ素などの中から選ばれる少なくとも1種の元素を含む基が挙げられ、具体的には-O-、-S-、-Se-などのカルコゲン原子含有基；-NH-、-N(CH₃)₂-、-PH-、-P(CH₃)₂-などの窒素またはリン原子含有基；-CH₂-、-CH₂-CH₂-、-C(CH₃)₂-な

どの炭素原子数が1~20の炭化水素基；ベンゼン、ナフタレン、アントラセンなどの炭素原子数が6~20の環状不飽和炭化水素残基；ピリジン、キノリン、チオフェン、フランなどのヘテロ原子を含む炭素原子数が3~20のヘテロ環式化合物残基； $-\text{Si}(\text{H}_2)-$ 、 $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-$ などのケイ素原子含有基、 $-\text{SnH}_2-$ 、 $-\text{Sn}(\text{CH}_3)_2-$ などのスズ原子含有基； $-\text{BH}-$ 、 $-\text{B}(\text{CH}_3)_2-$ 、 $-\text{BF}-$ などのホウ素原子含有基など、または単結合が挙げられる。

【0049】以下に、前記一般式(I)~(IV)で表される遷移金属化合物の具体的な例を示すが、これらに限定されるものではない。なお、下記具体例においてMは周期律表第3~11族の遷移金属原子(3族にはランタノイドも含まれる)を示し、好ましくは3~10族(3族にはランタノイドも含まれる)の金属原子であり、より好ましくは3~5族および8~10族の金属原子であり、特に好ましくは1族または5族の金属原子である。具体的には、スカンジウム、イットリウム、ランタノイド、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、クロム、モリブデン、タングステン、マンガン、レニウム、鉄、ルテニウム、コバルト、ロジウム、ニッケル、パラジウムなどであり、好ましくはスカンジウム、ランタノイド、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、鉄、コバルト、ロジウム、ニッケル、パラジウムなどであり、より好ましくは、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、タンタル、鉄、コバルト、ロジウムなどであり、特に好ましくはチタン、ジルコニウム、ハフニウムである。

【0050】Nは、Cl、Br等のハロゲン、もしくは



よって、後で示す具体的式から、M及びXを選ぶことにより、具体的化合物は容易に選択できる。

【0054】まず一般式(I)で表される化合物の例を

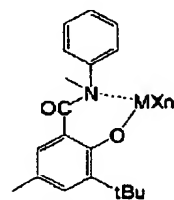
メチル等のアルキル基を示すが、これらに限定されるものではない。また、Xが複数ある場合は、これらは同じであっても、異なってもよい。

【0051】式(I)および(II)において、nは金属Mの価数により決定される。例えば、1種のモノアニオン種が金属に結合している場合、2価金属ではn=1、3価金属ではn=2、4価金属ではn=3、5価金属ではn=4になる。たとえば金属がTi(IV)の場合はn=3であり、Zr(IV)の場合はn=3であり、Hf(IV)の場合はn=3である。また、2種のモノアニオン種が金属に結合している場合、2価金属ではn=0、3価金属ではn=1、4価金属ではn=2、5価金属ではn=3になる。

【0052】また、化合物の例示中、Meはメチル基、Etはエチル基、iPrはi-プロピル基、tBuはtert-ブチル基、Phはフェニル基を示す。

【0053】尚、下記例において、M及びnは具体的には例示していないが、それぞれは前記した意味を持つものであり、適宜選択することにより具体的化合物が得られる。例えば、下記式において

【化25】

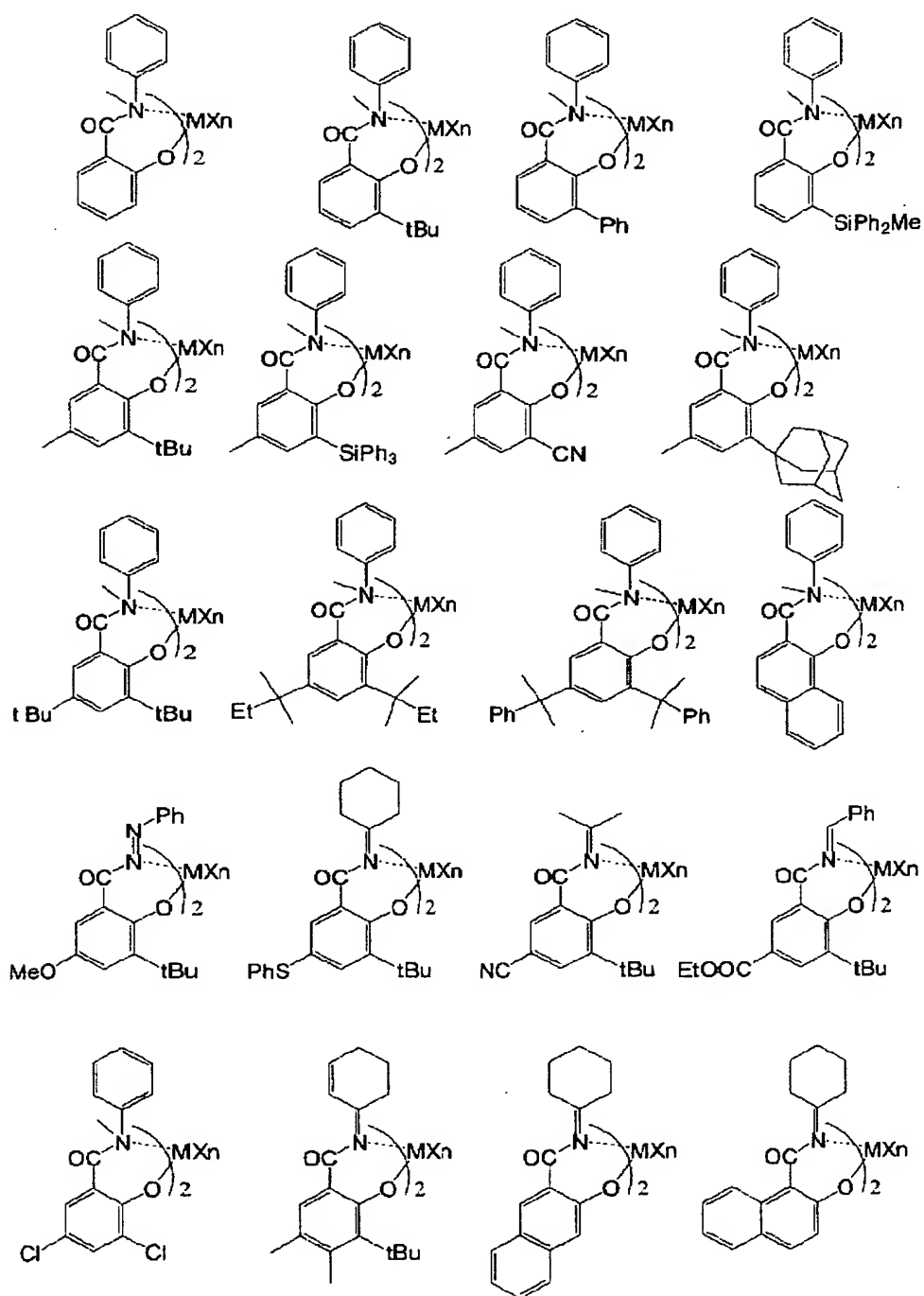


Xが塩素の場合、Mの選択によって次のような具体例となる。

【化26】

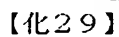
示す。

【化27】

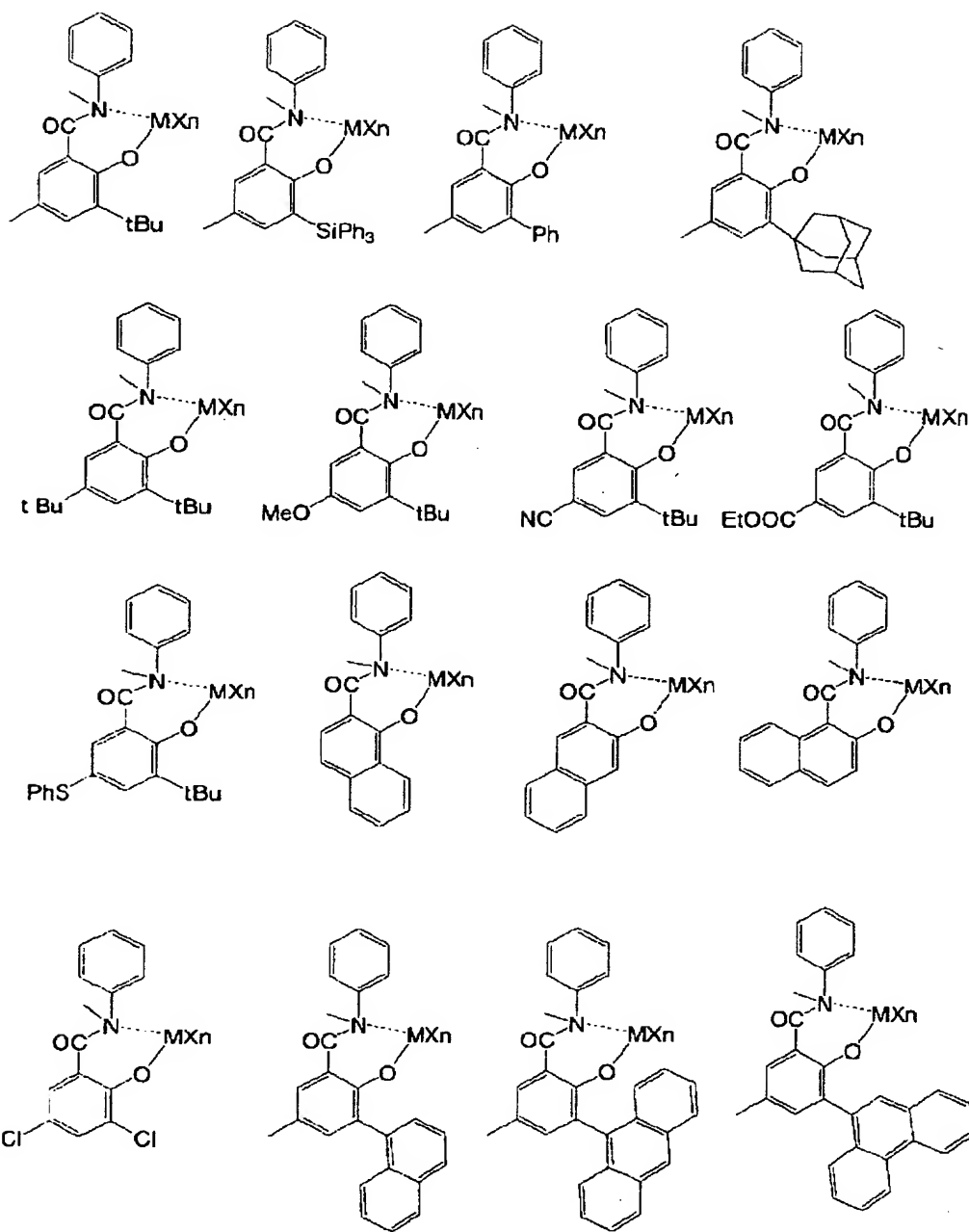


【0055】

【化28】

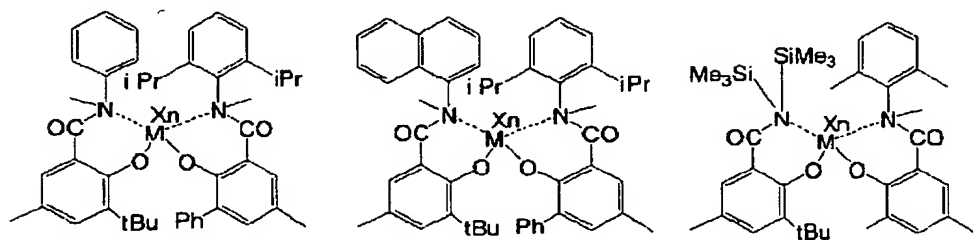
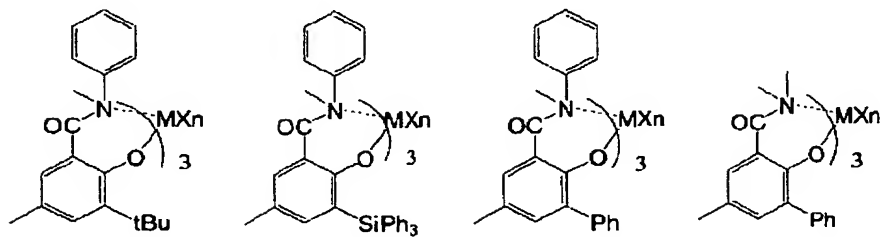
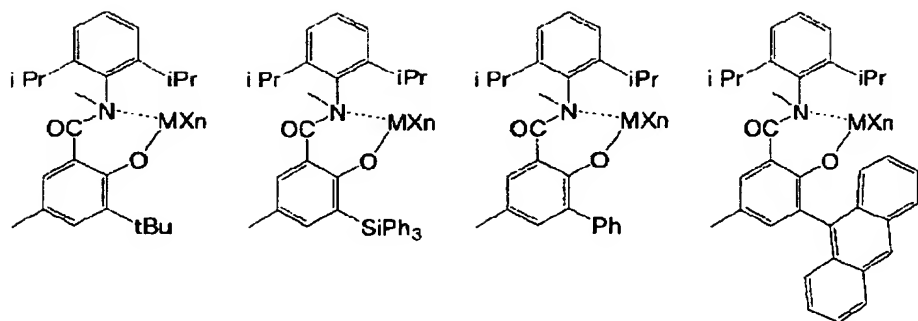


【0056】



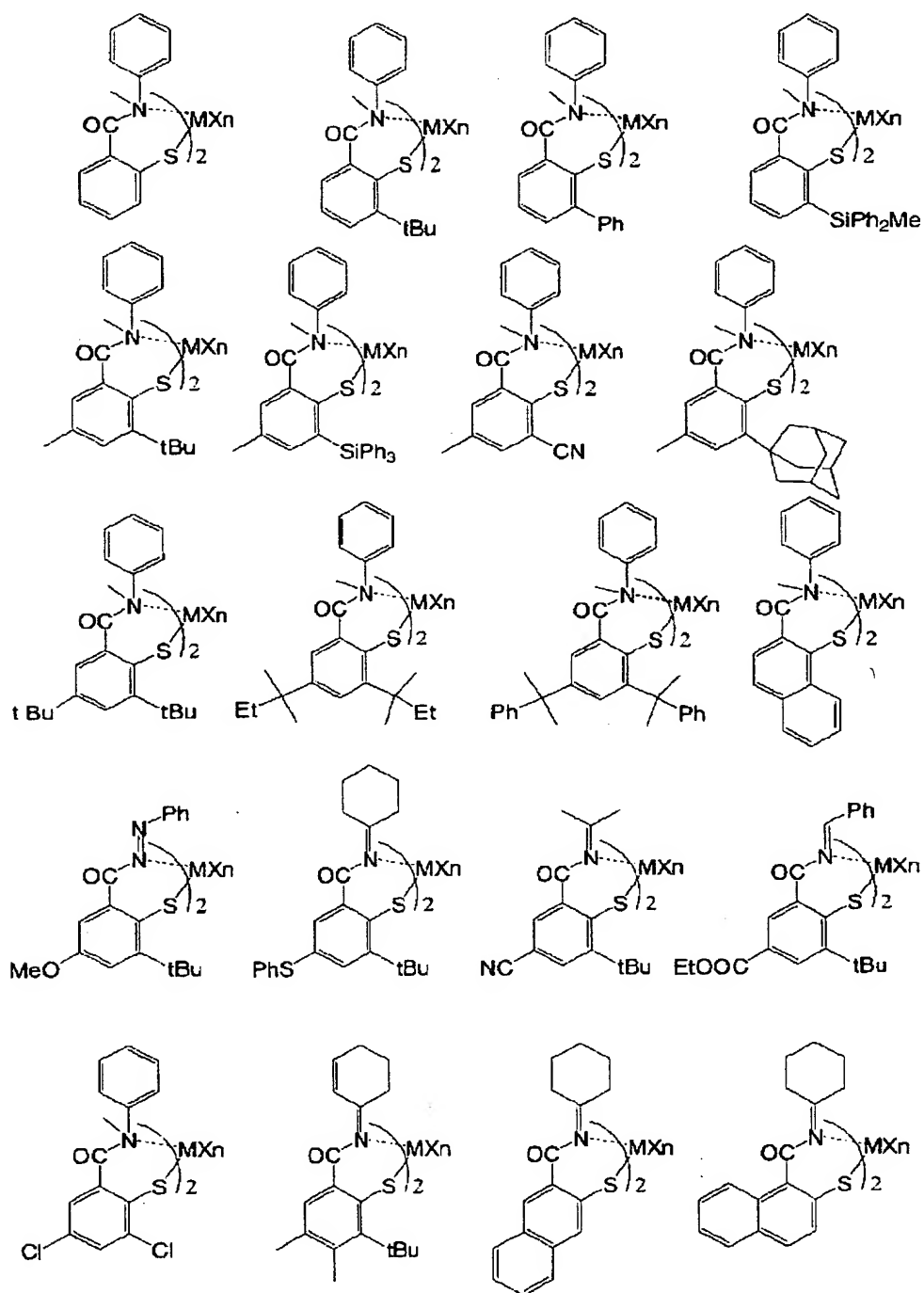
【0057】

【化30】



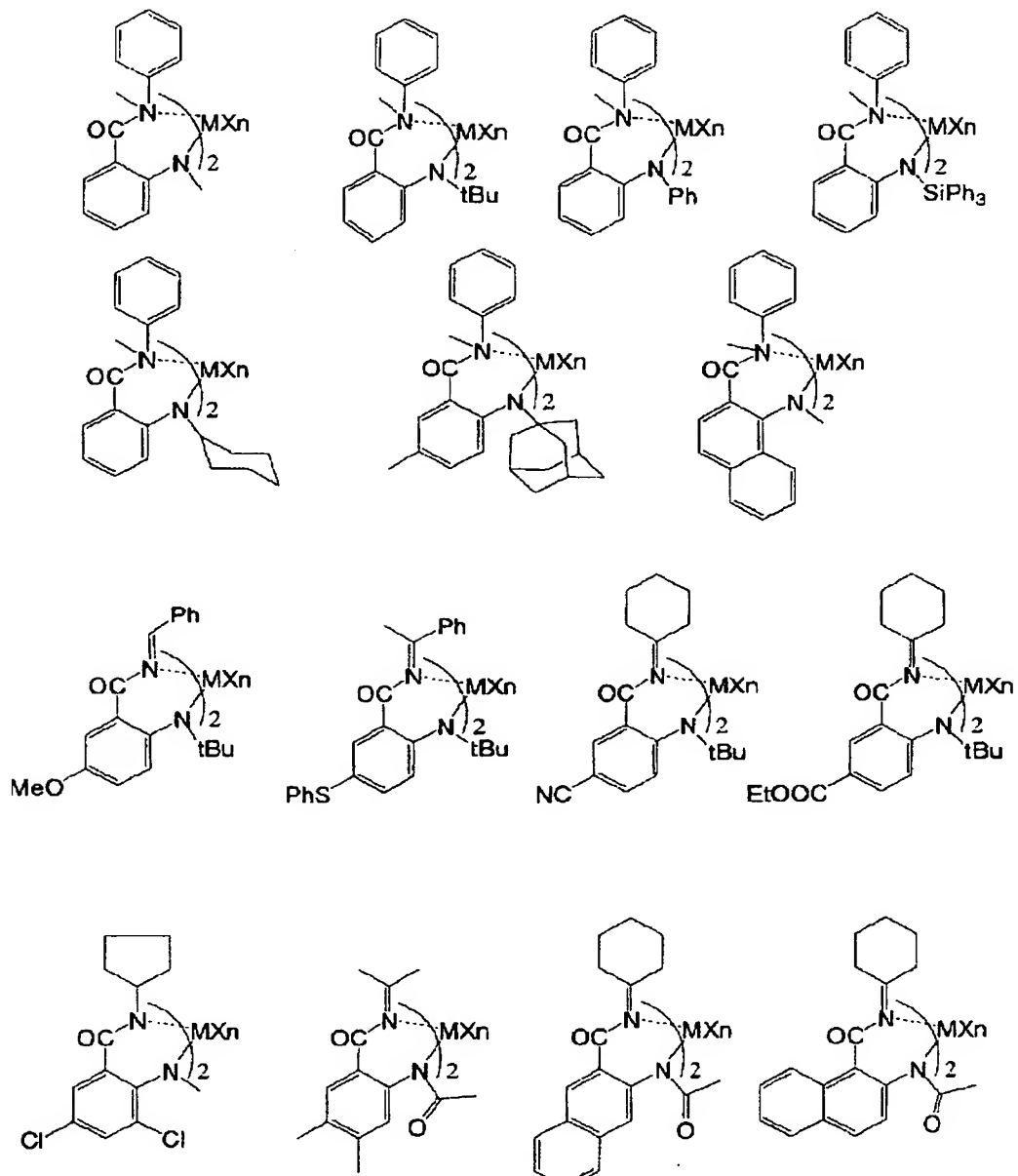
【0058】

【化31】



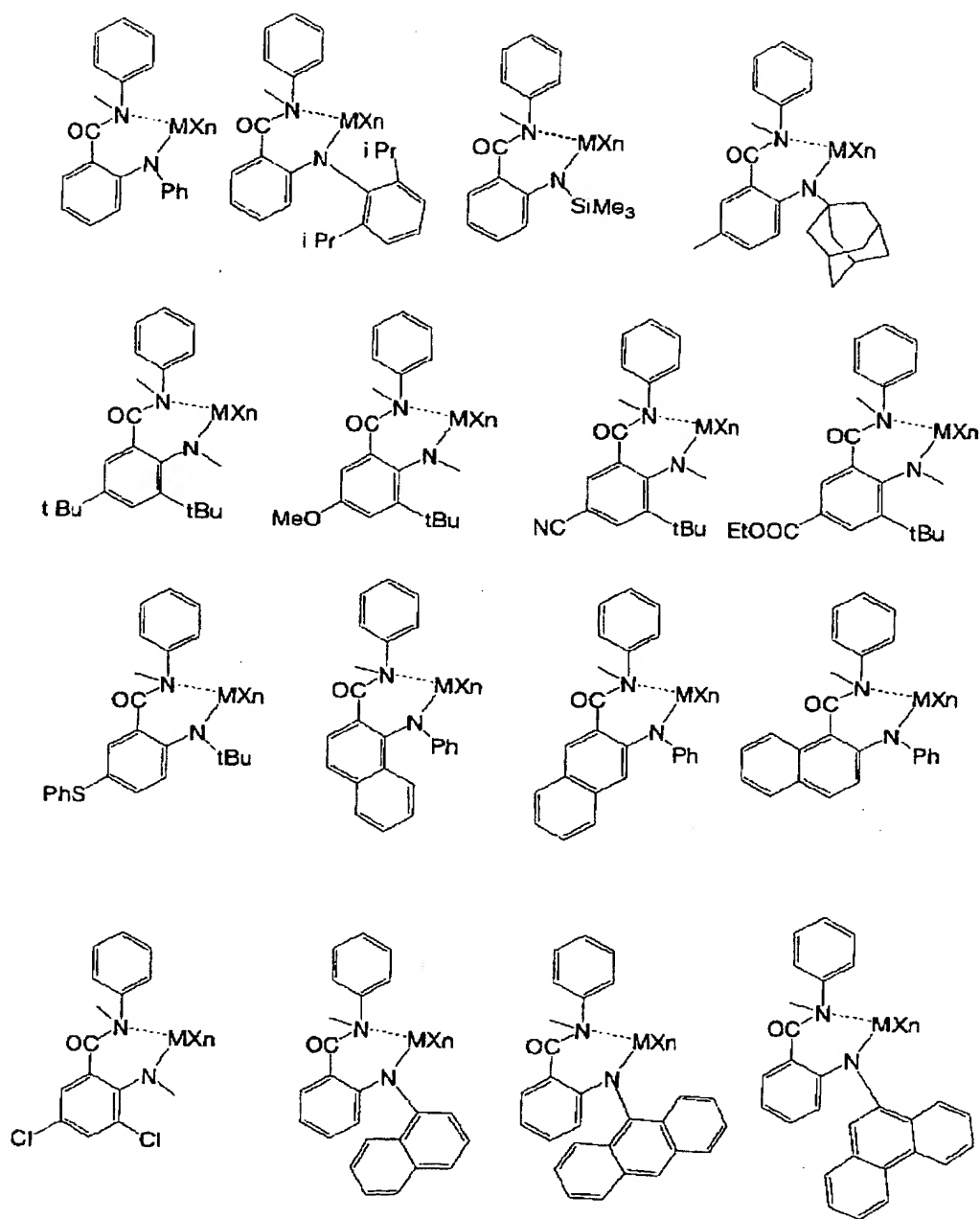
【0059】

【化32】



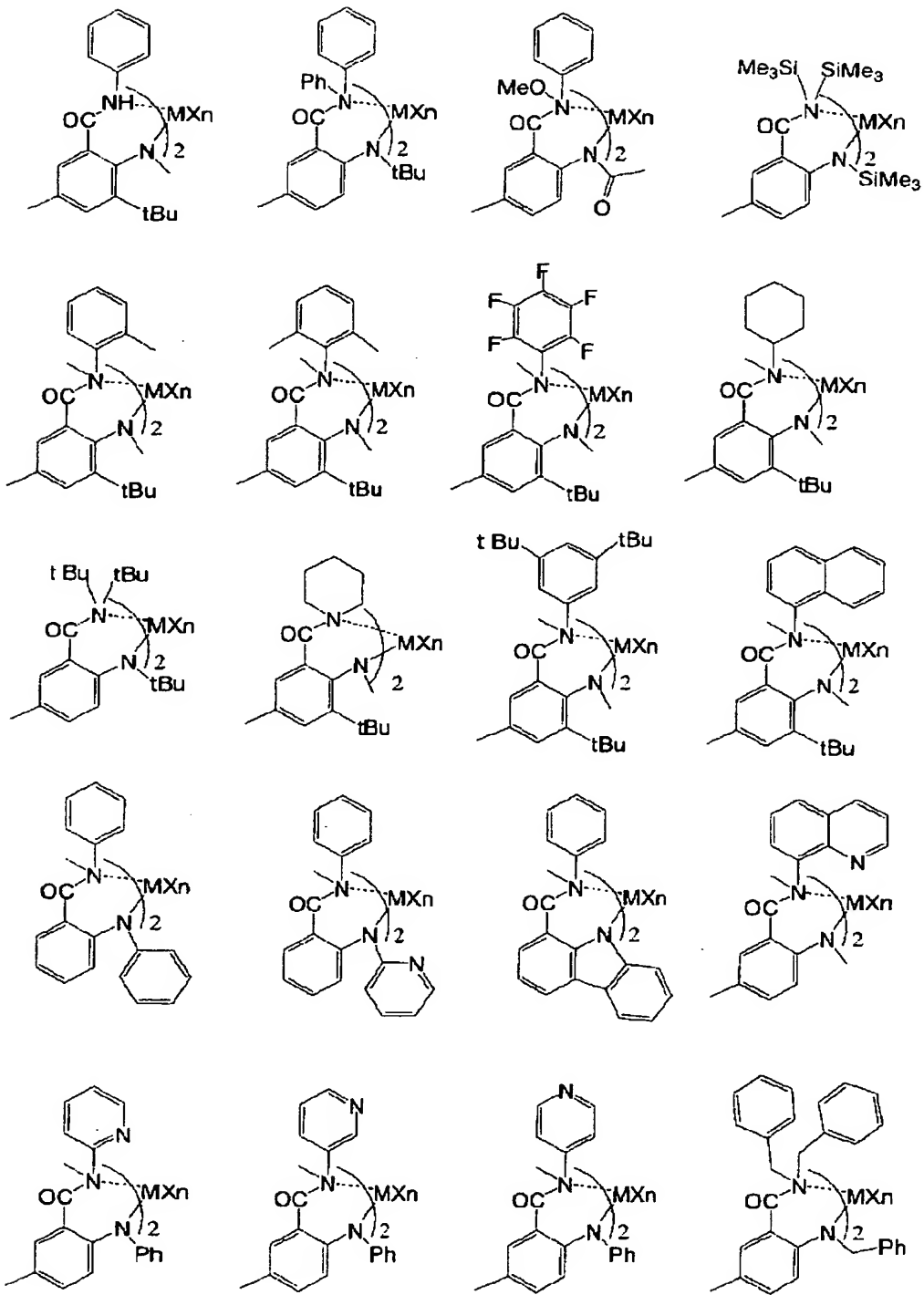
【0060】

【化33】



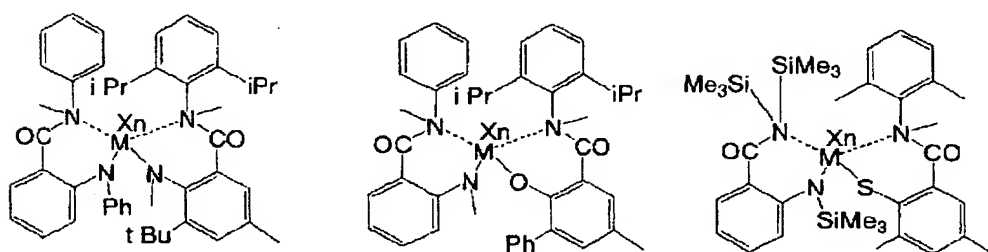
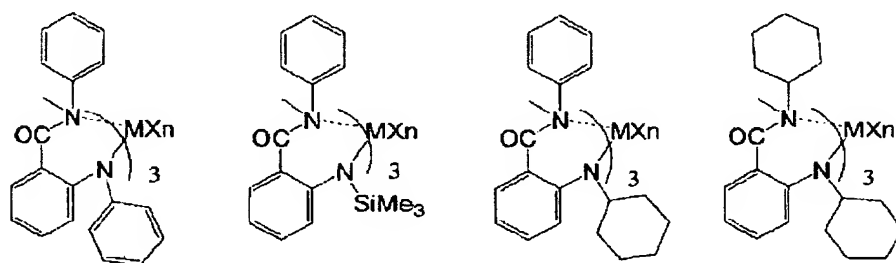
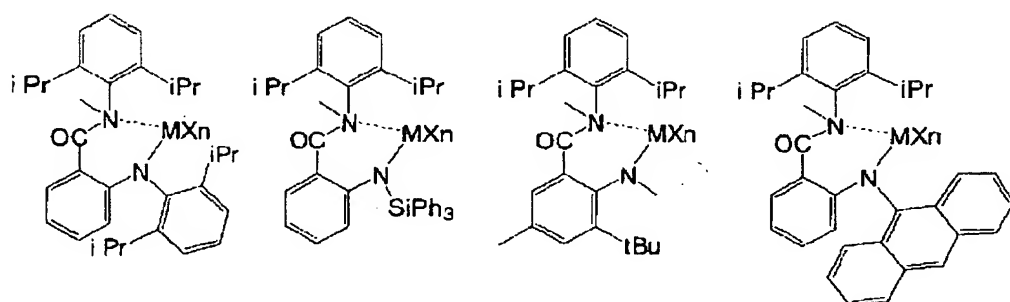
【0061】

【化34】



【0062】

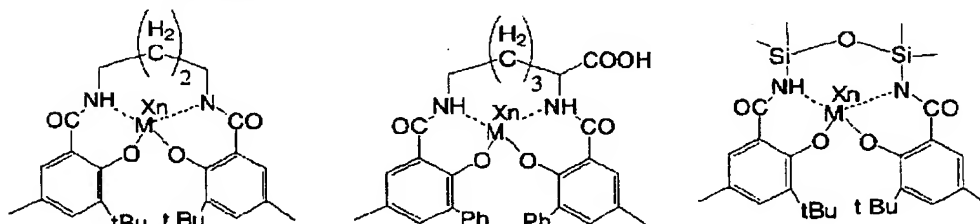
【化35】



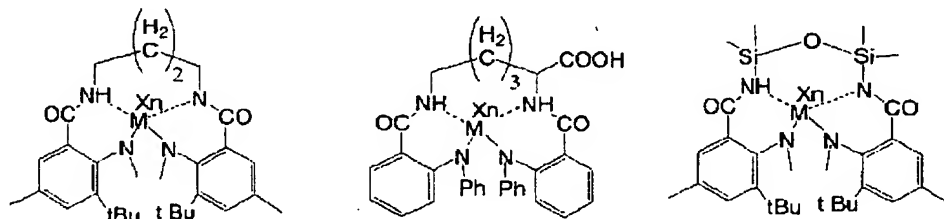
【0063】また、一般式(I)において、 m が2でR同士が結合した一般式(1-a)で表される化合物に相当する例としては、次のようなものがある。

【0064】

【化36】

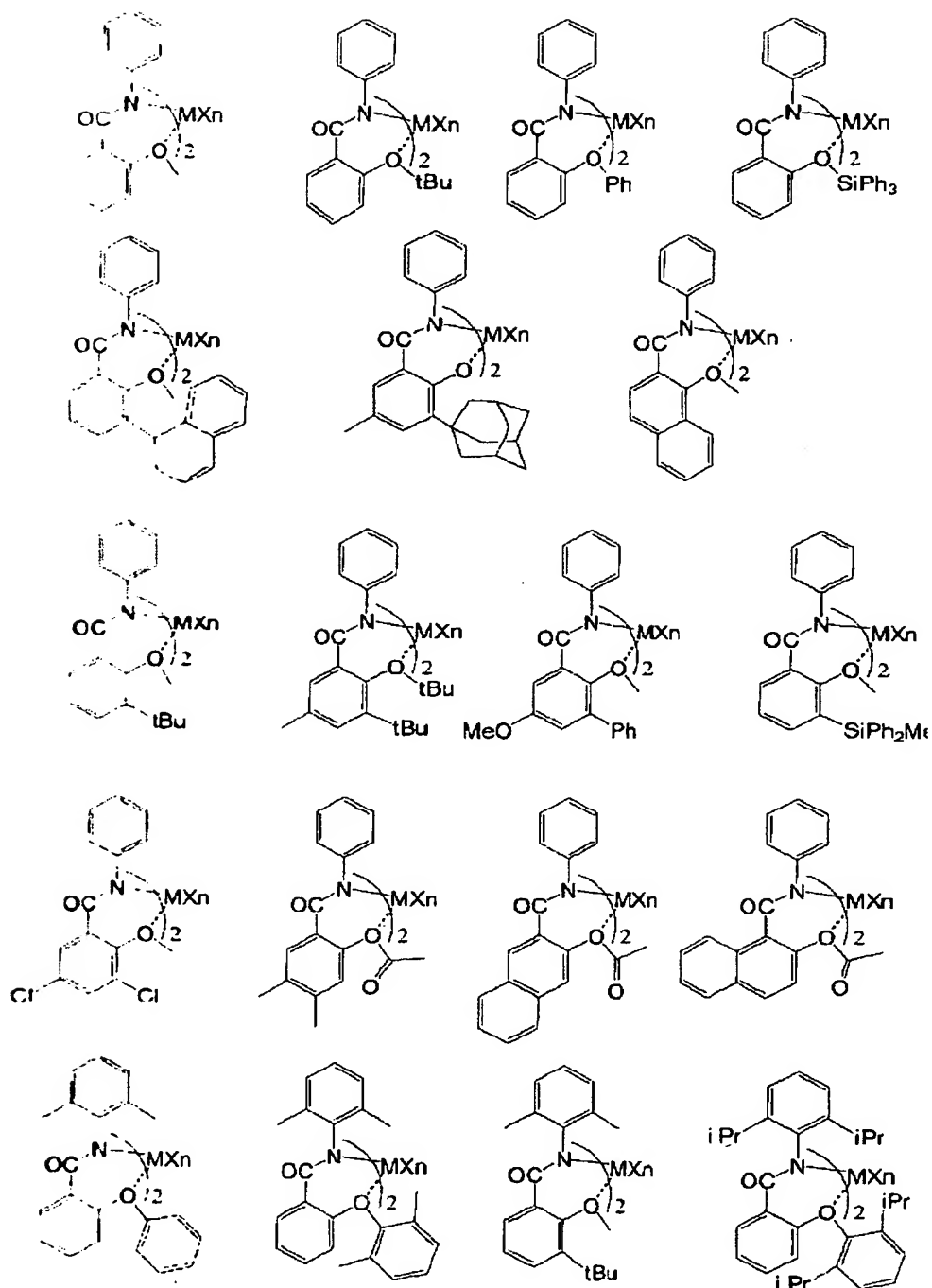


【化37】



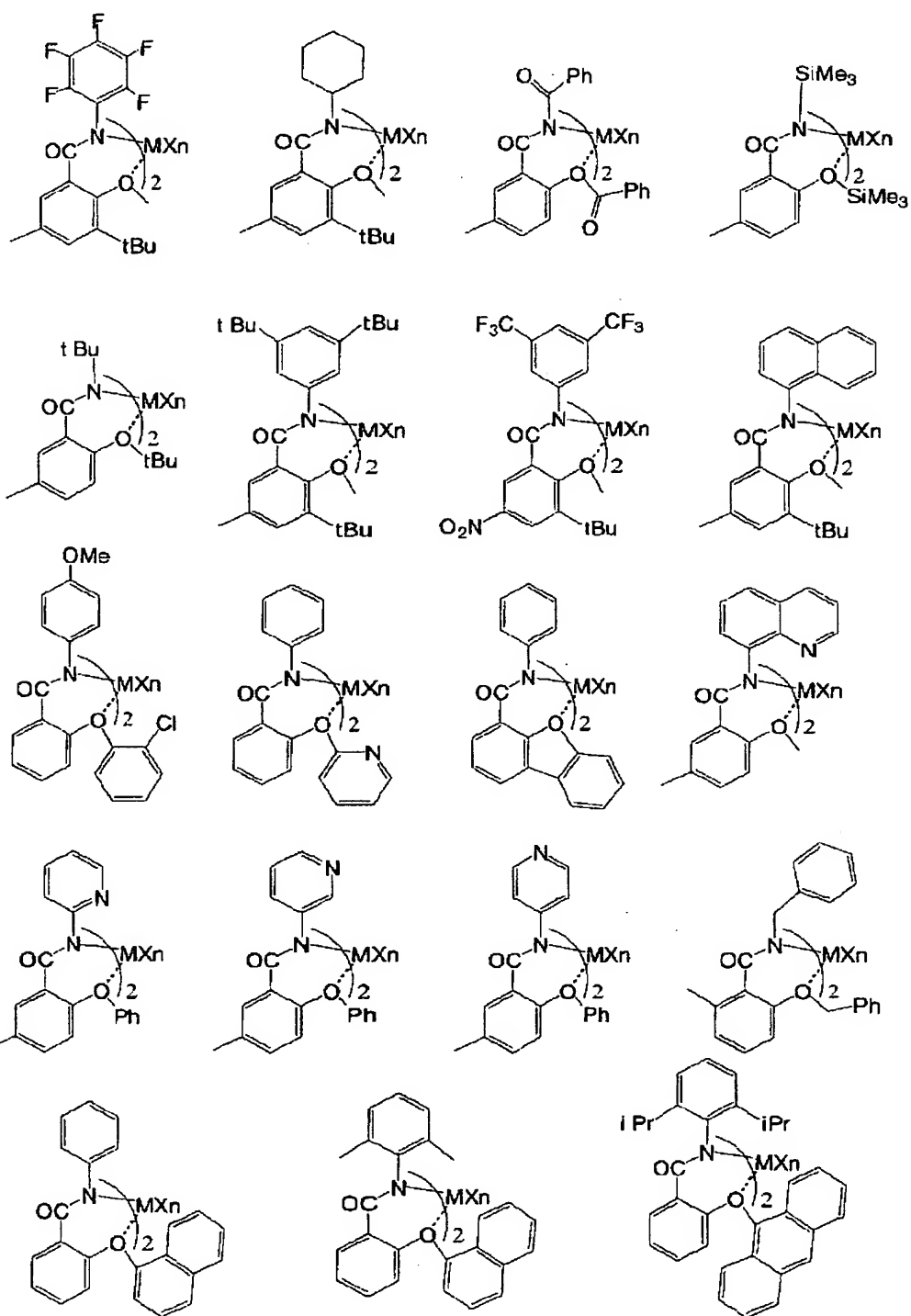
【0065】次に、一般式(II)で表される化合物の具体例を以下に示す。

【化38】



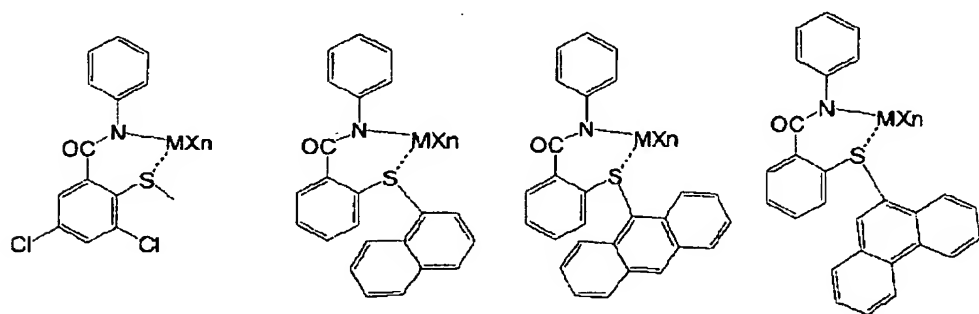
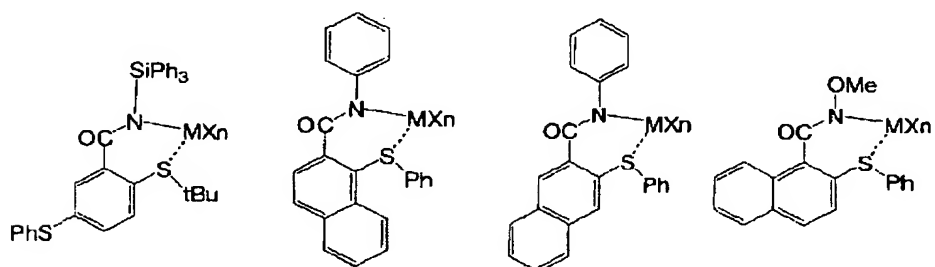
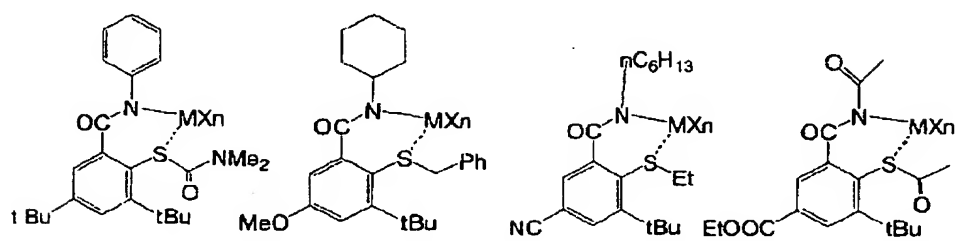
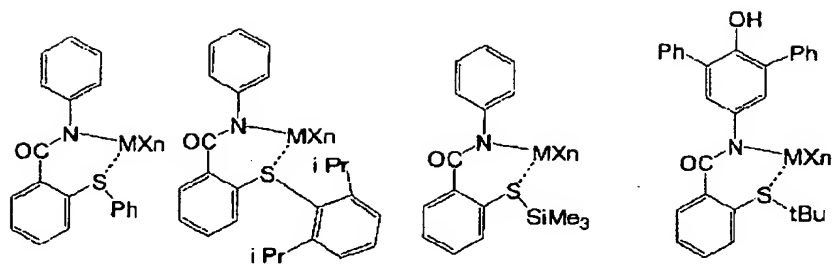
【0066】

【化39】



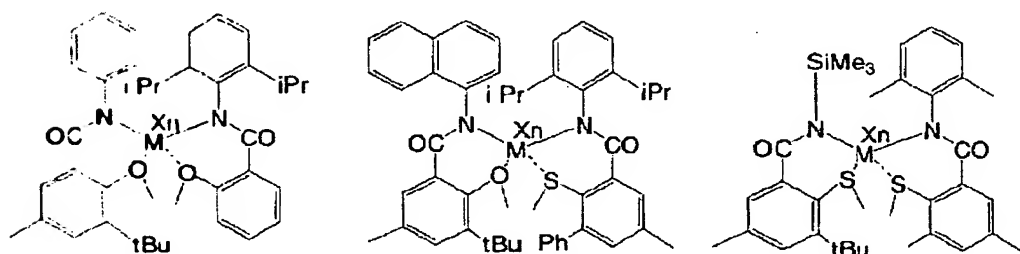
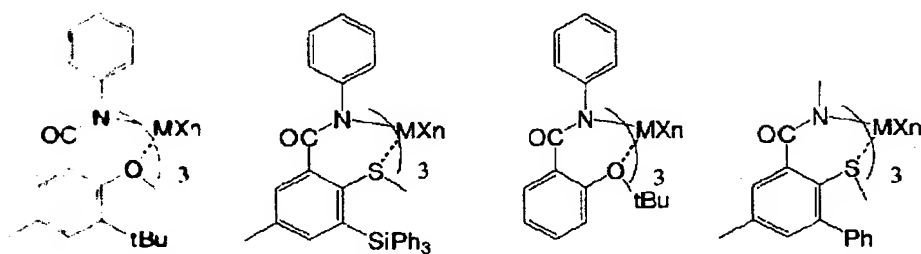
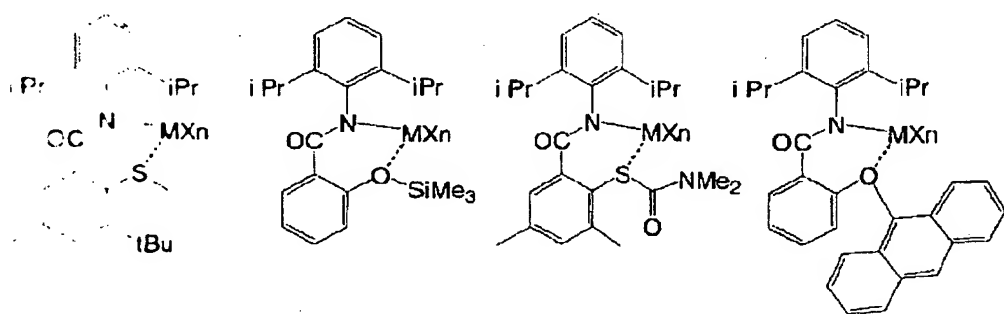
【0067】

【化40】



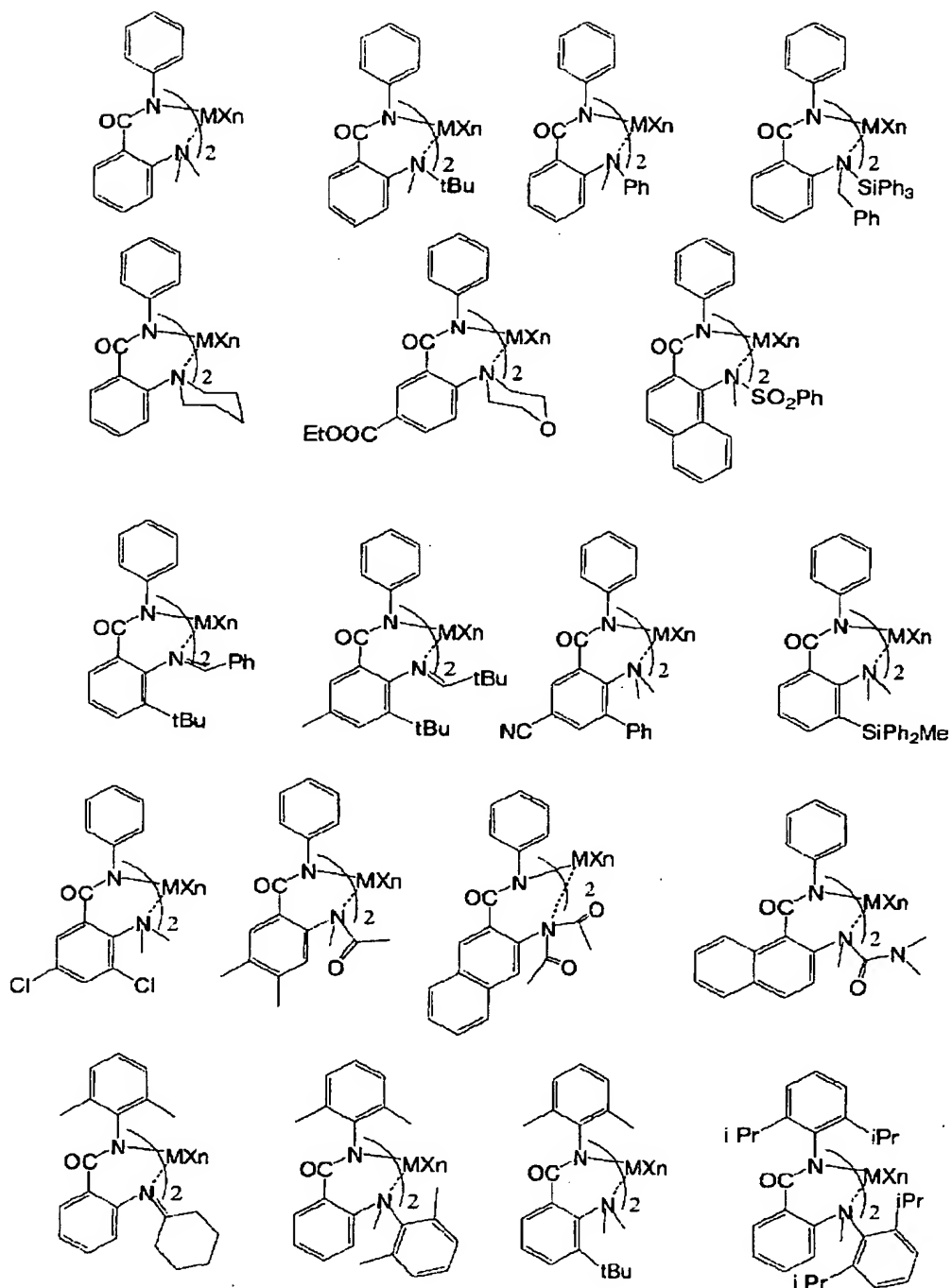
【0068】

【化41】



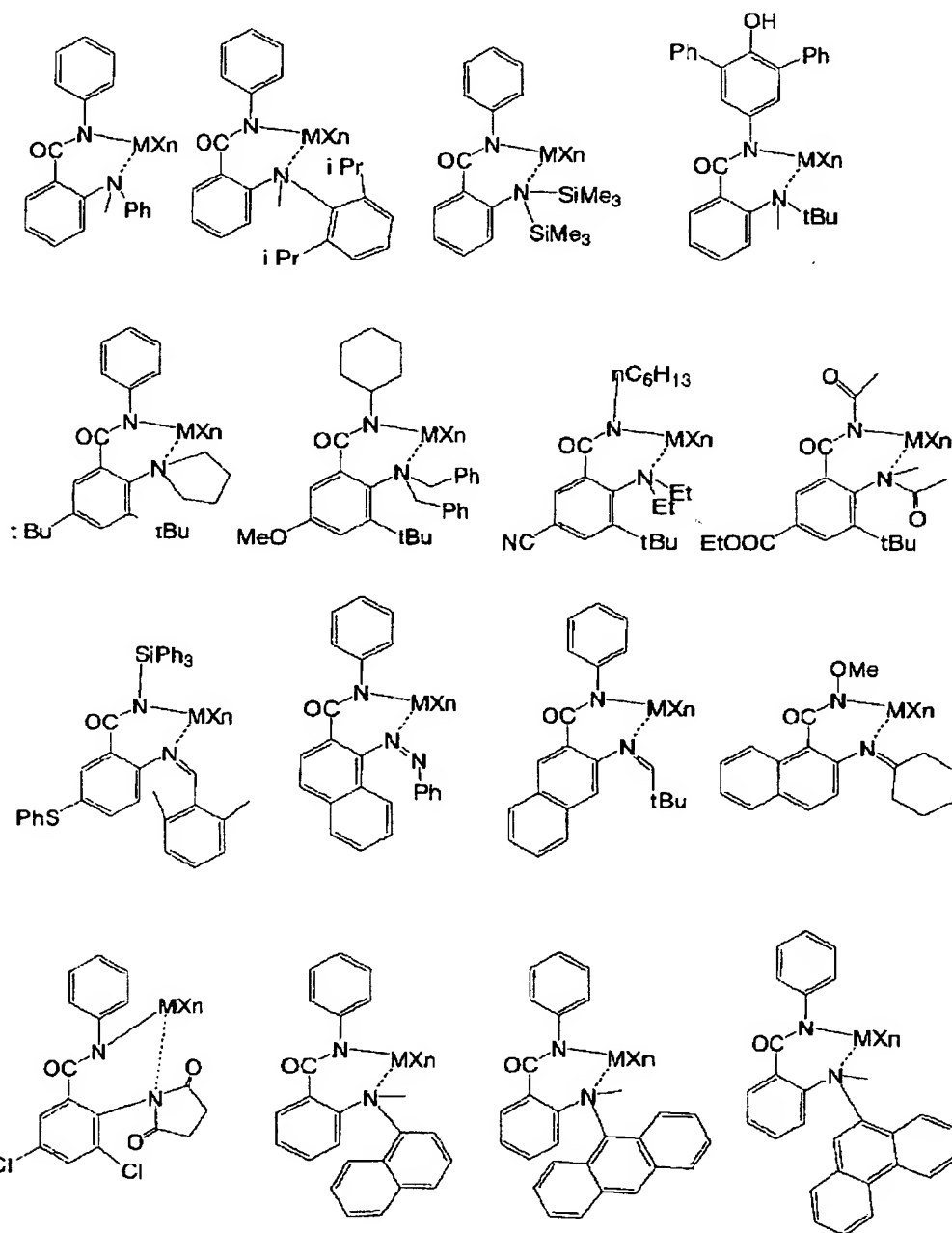
【0069】

【化42】



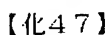
【0070】

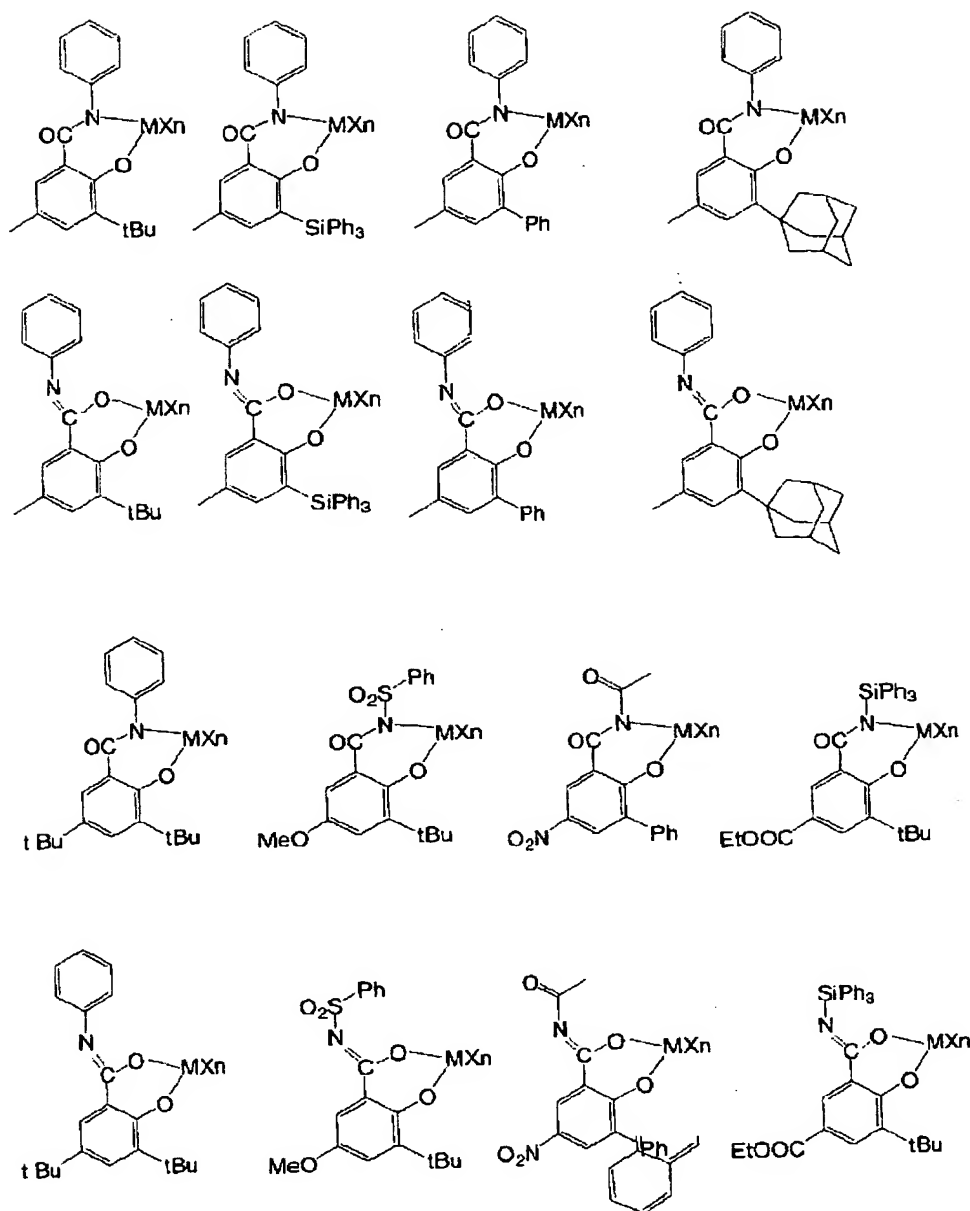
【化43】



【0071】

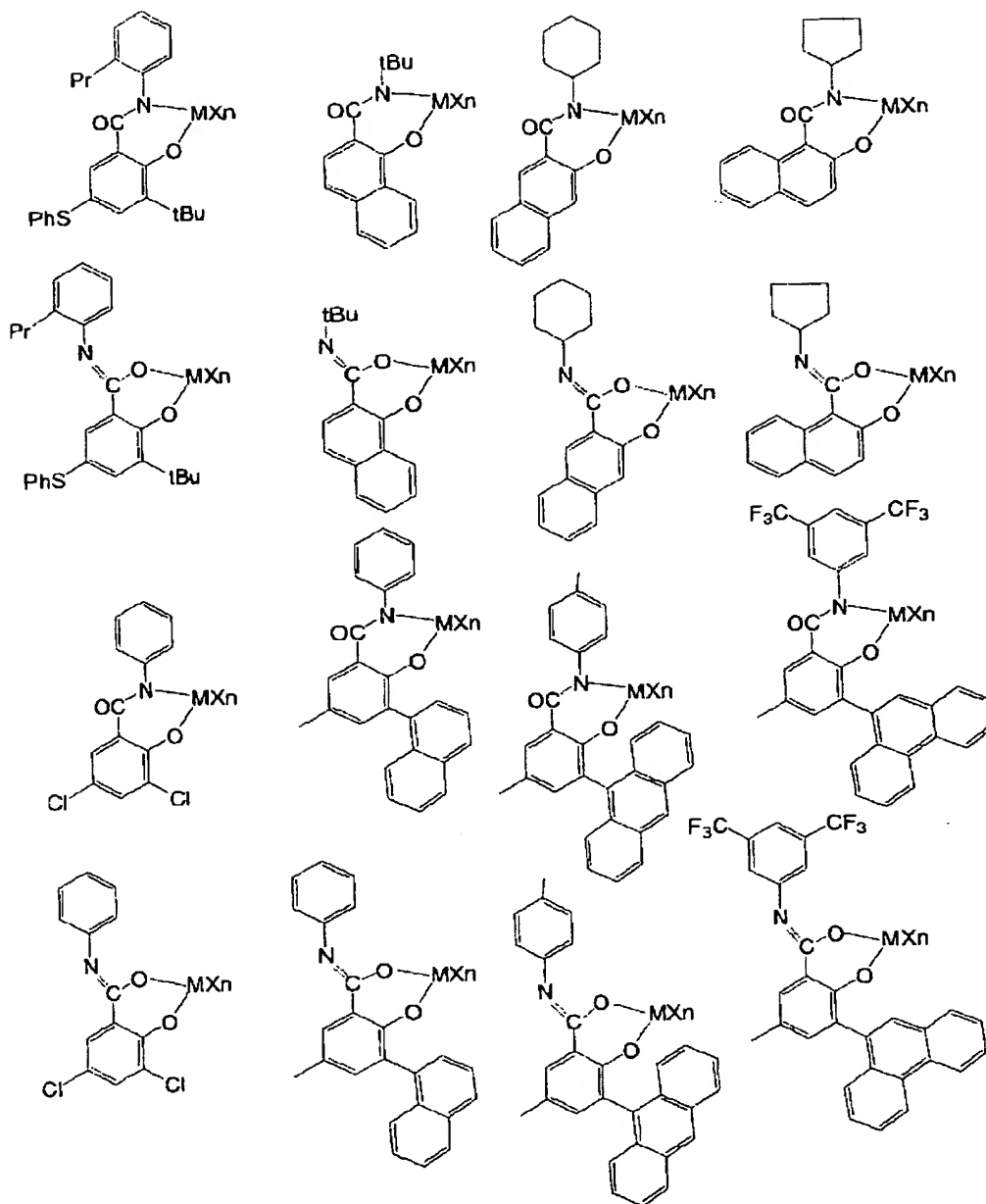
【化44】





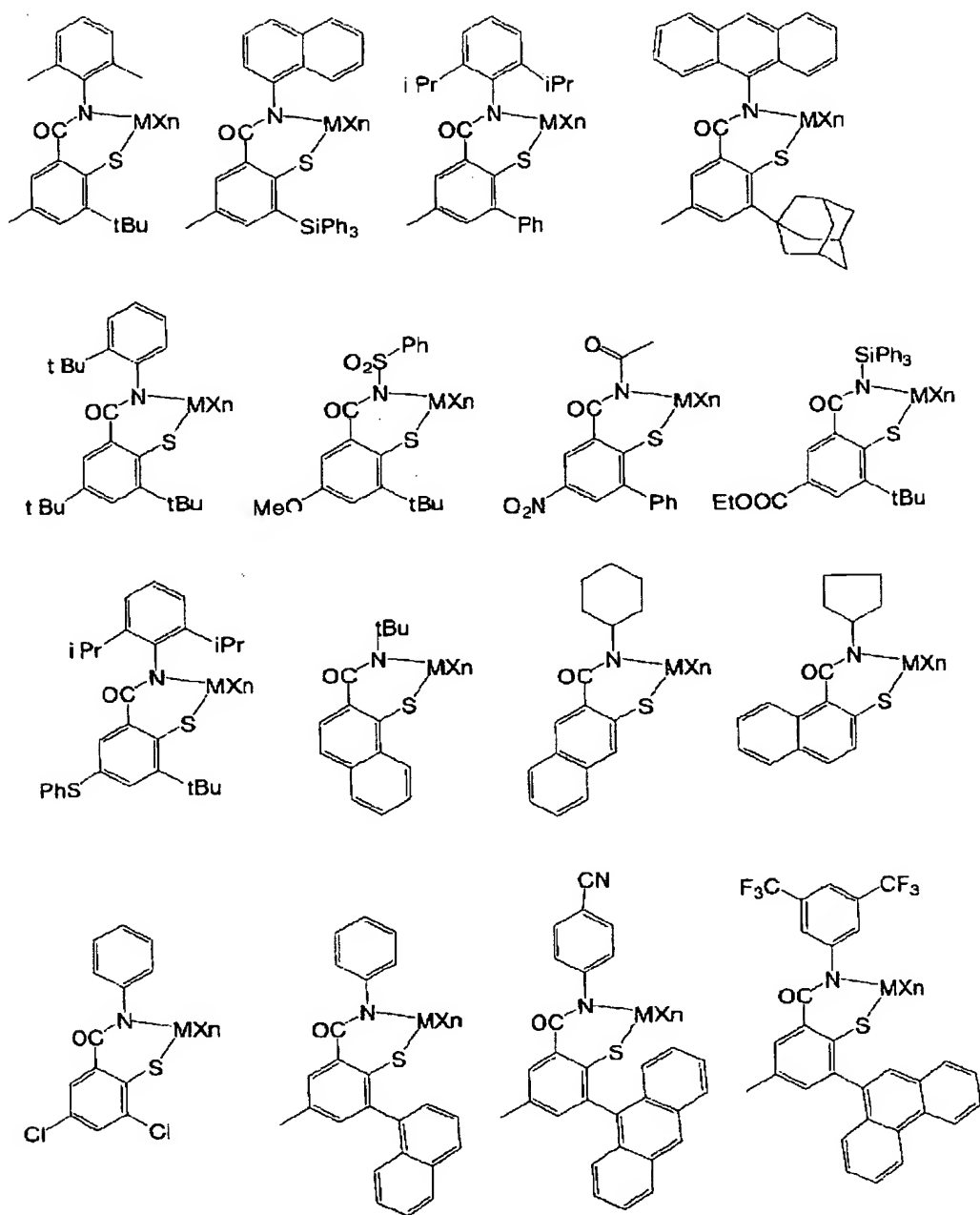
【0074】

【化48】



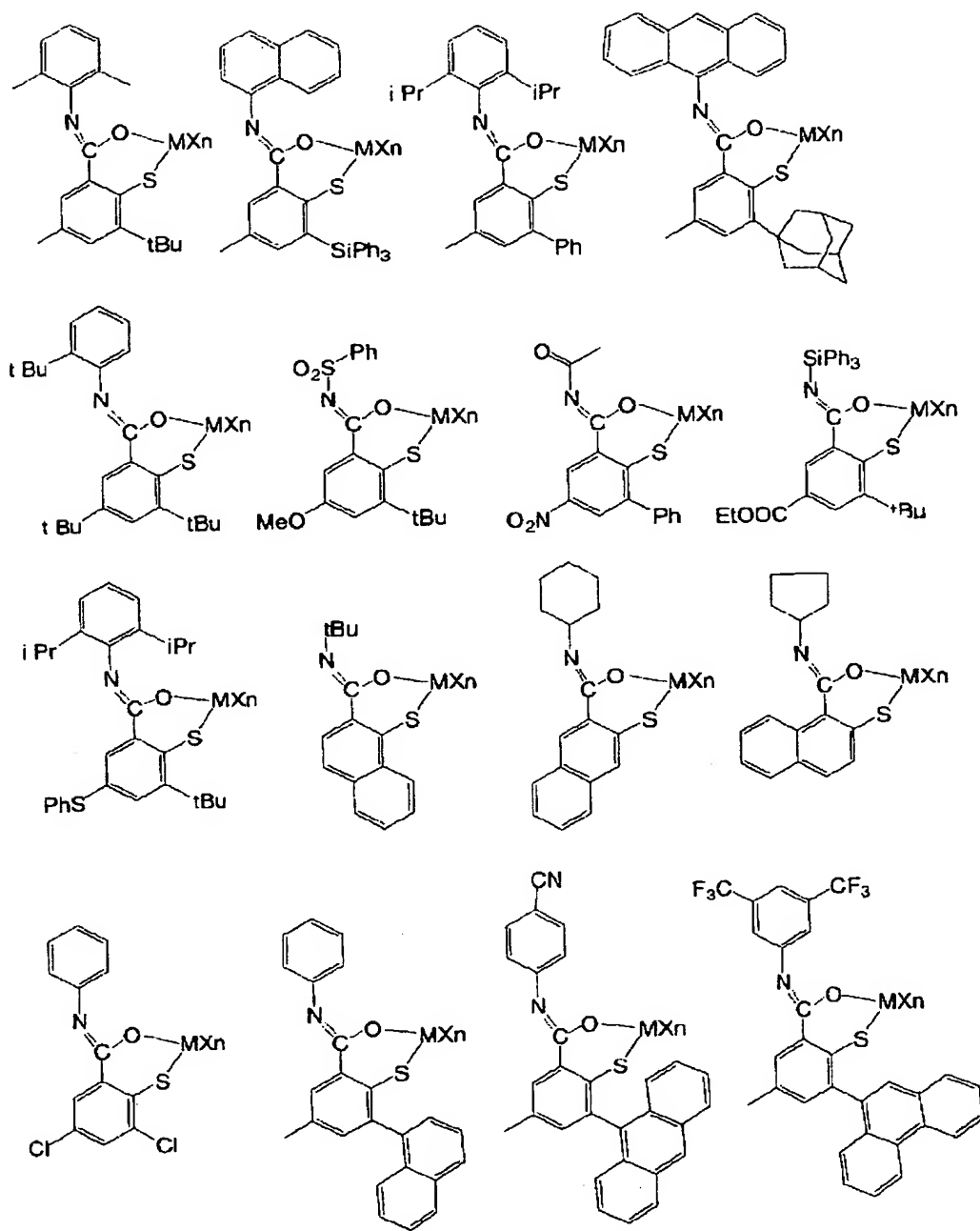
【0075】

【化49】



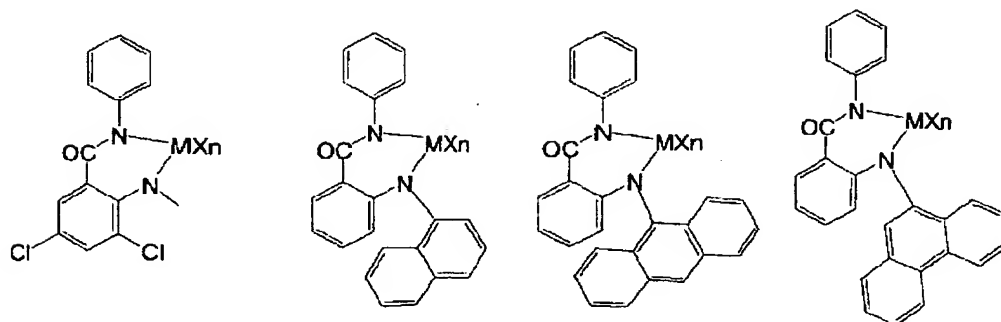
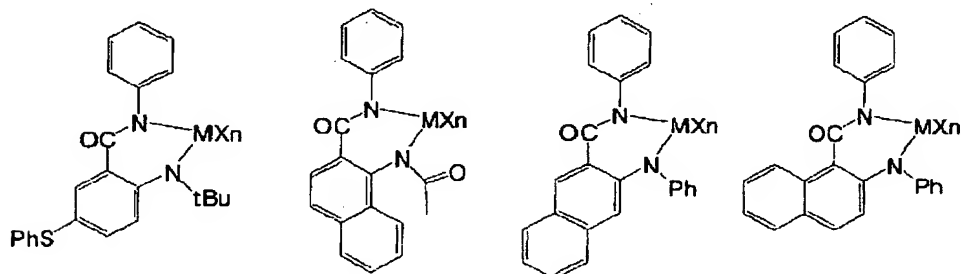
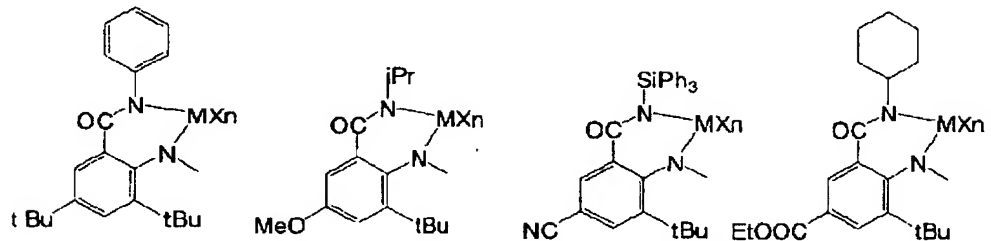
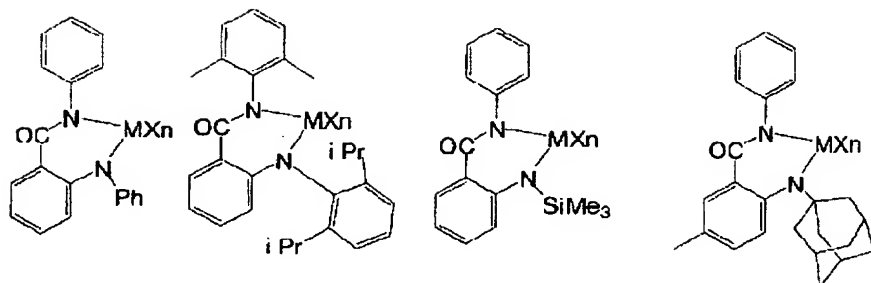
【0076】

【化50】



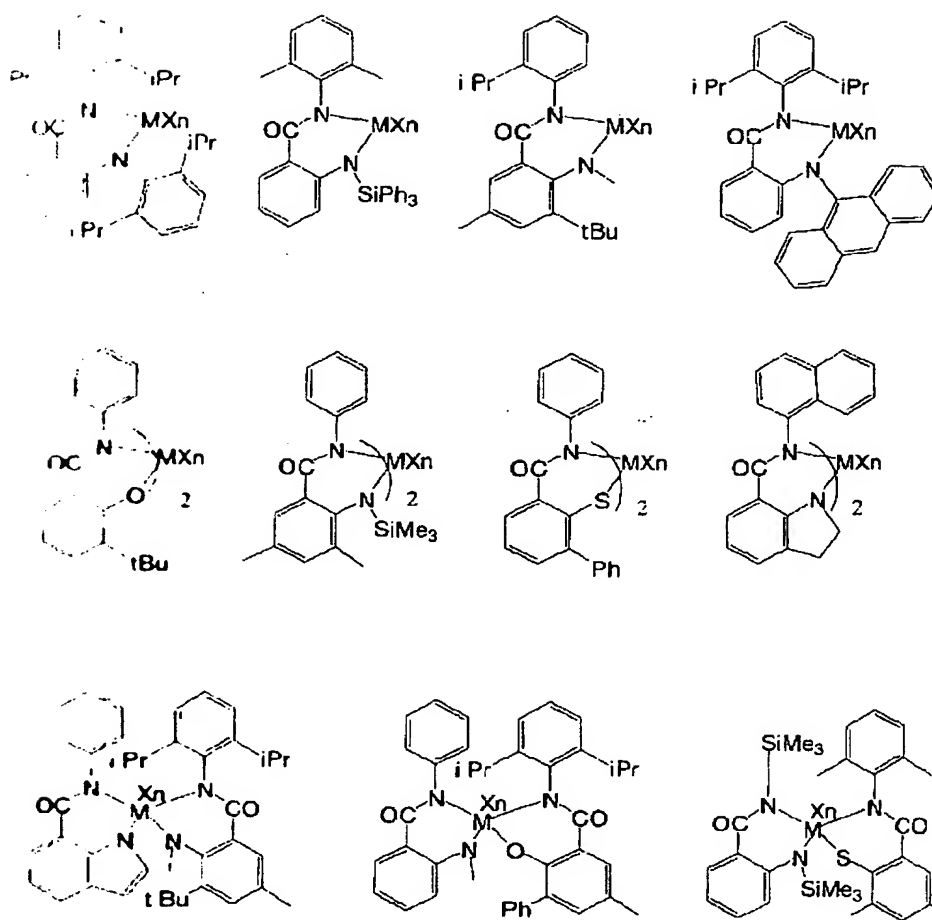
【0077】

【化51】



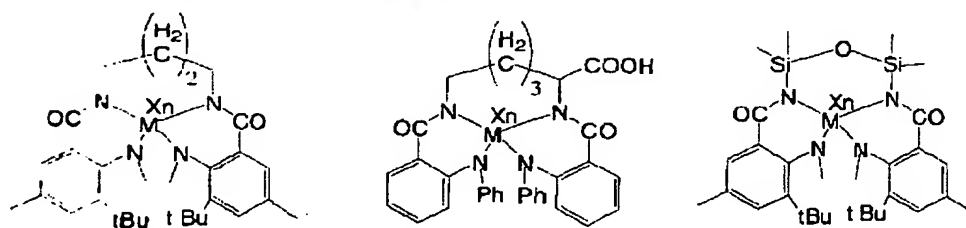
【0078】

【化52】



【化53】また、一般式(III)において、 m が2でBとしてのR同士が結合した一般式(1-a)で表される

化合物に相当する例としては、次のようなものがある。

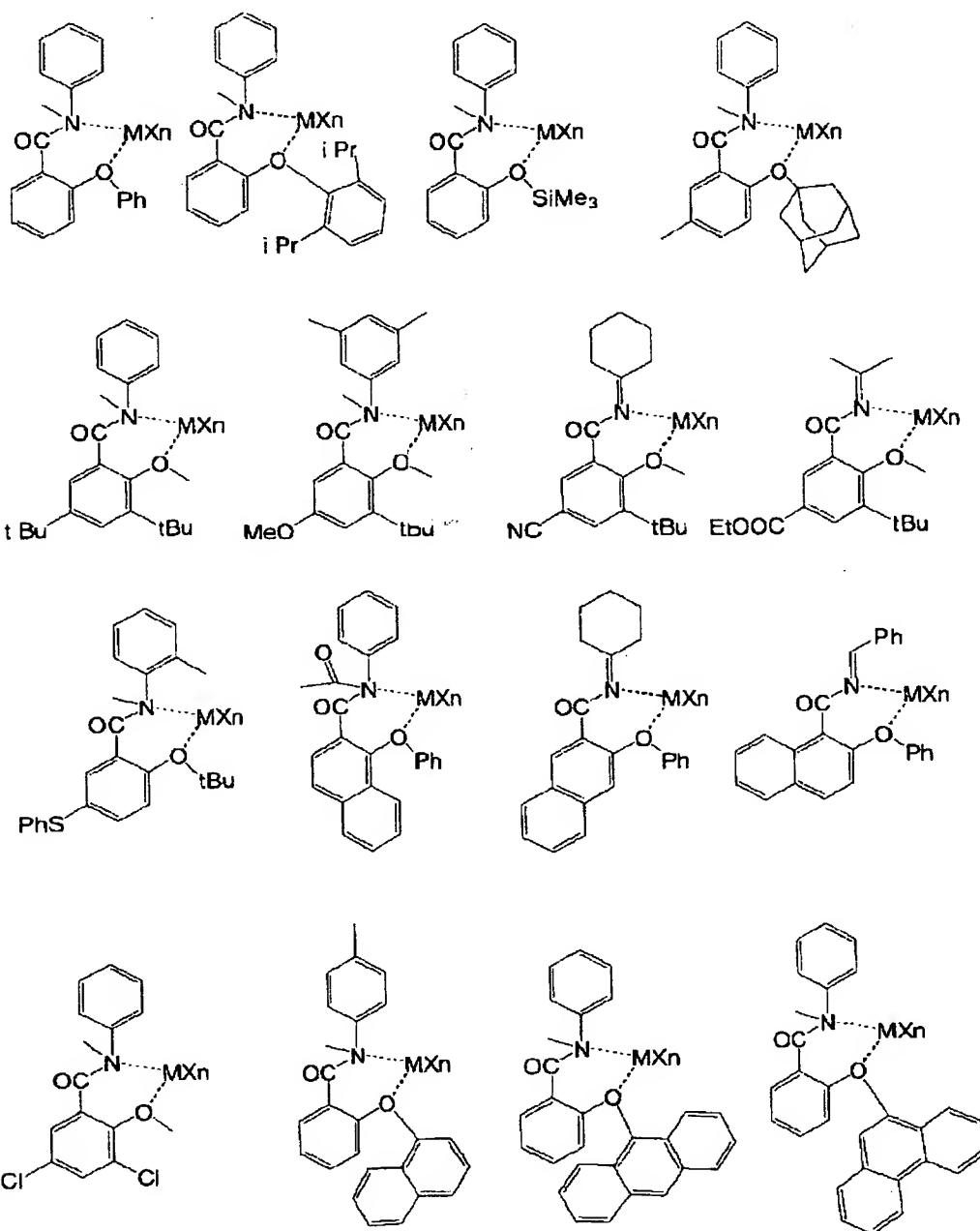


【0079】次に一般式(IV)で表される化合物の具体例を以下に例示する。 m は前記遷移金属化合物と同様に、金属Mの価数により決定される。1種の配位子が金属に配位している場合、2価金属では $n=2$ 、3価金属では $n=3$ 、4価金属では $n=4$ 、5価金属では $n=5$ である。例えば、金属MがTi(IV)では $n=4$ 、Zr(IV)

V)では $n=4$ 、Hf(IV)では $n=4$ 、Co(II)では $n=2$ 、Fe(II)では $n=2$ 、Rh(II)では $n=2$ 、Ni(I)では $n=2$ 、Pd(II)では $n=2$ である。

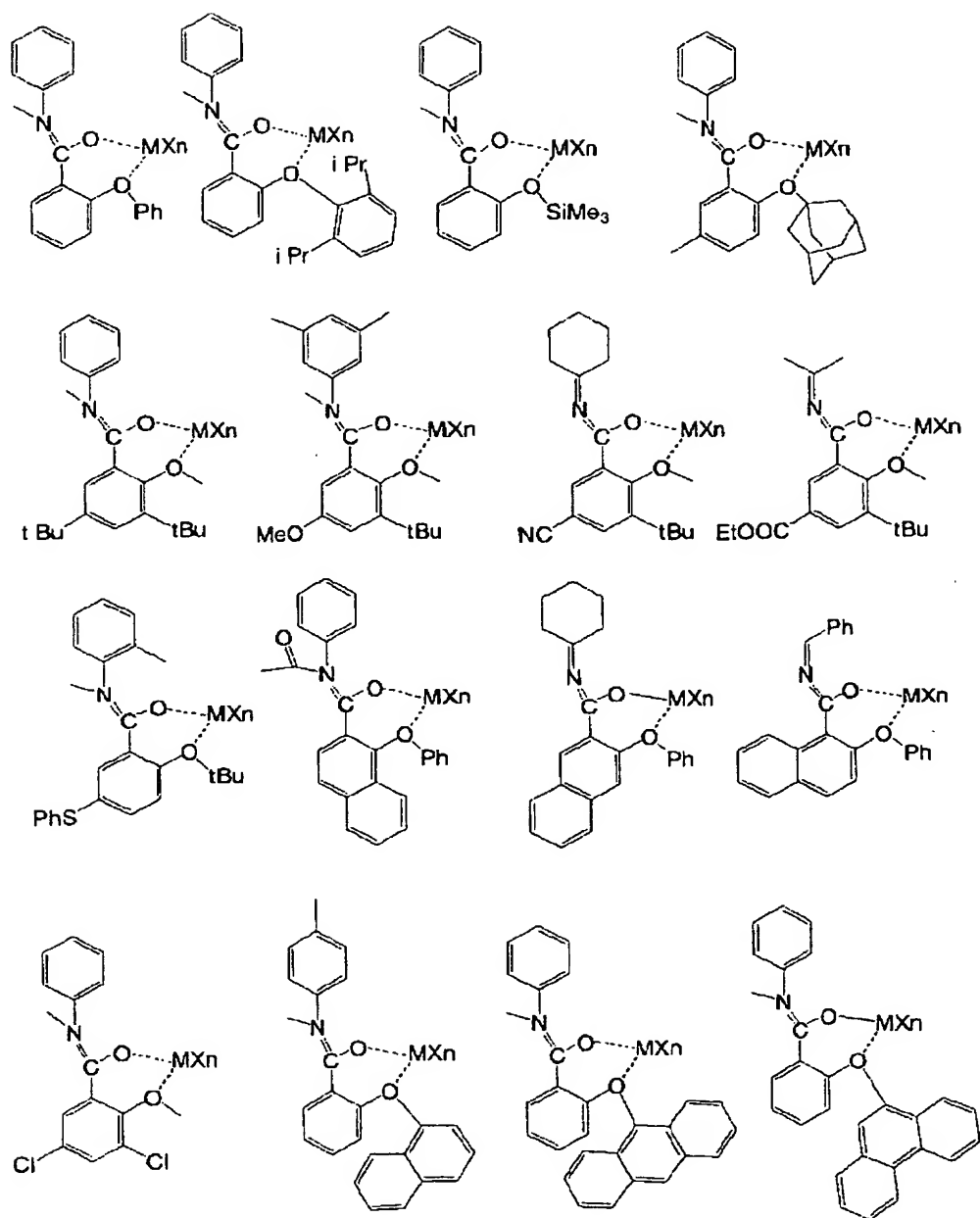
【0080】

【化54】



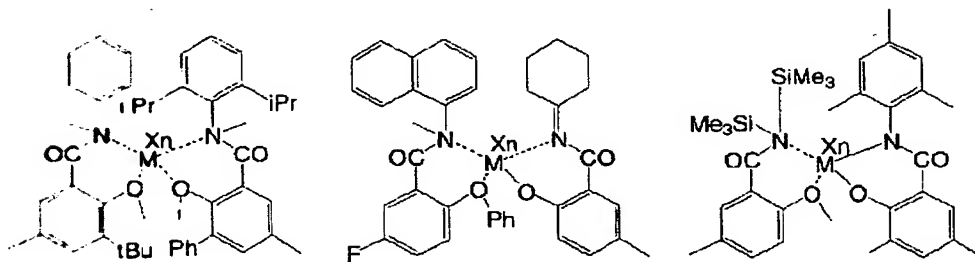
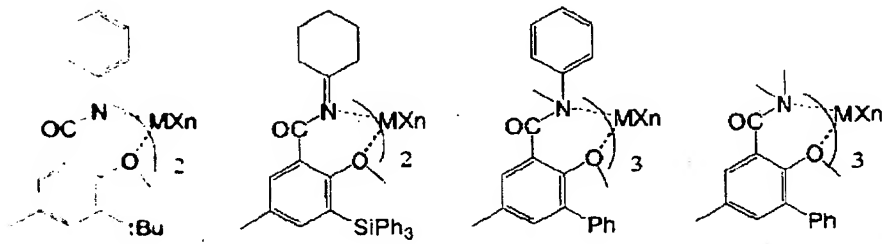
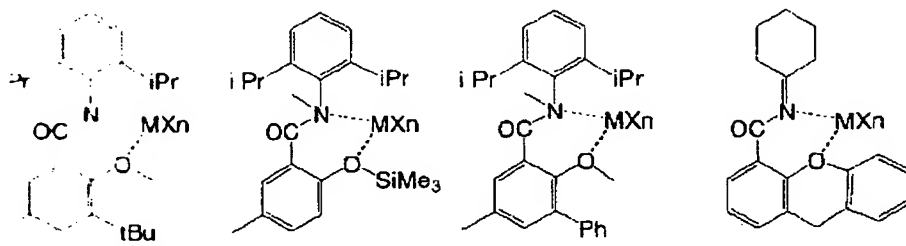
【0081】

【化55】



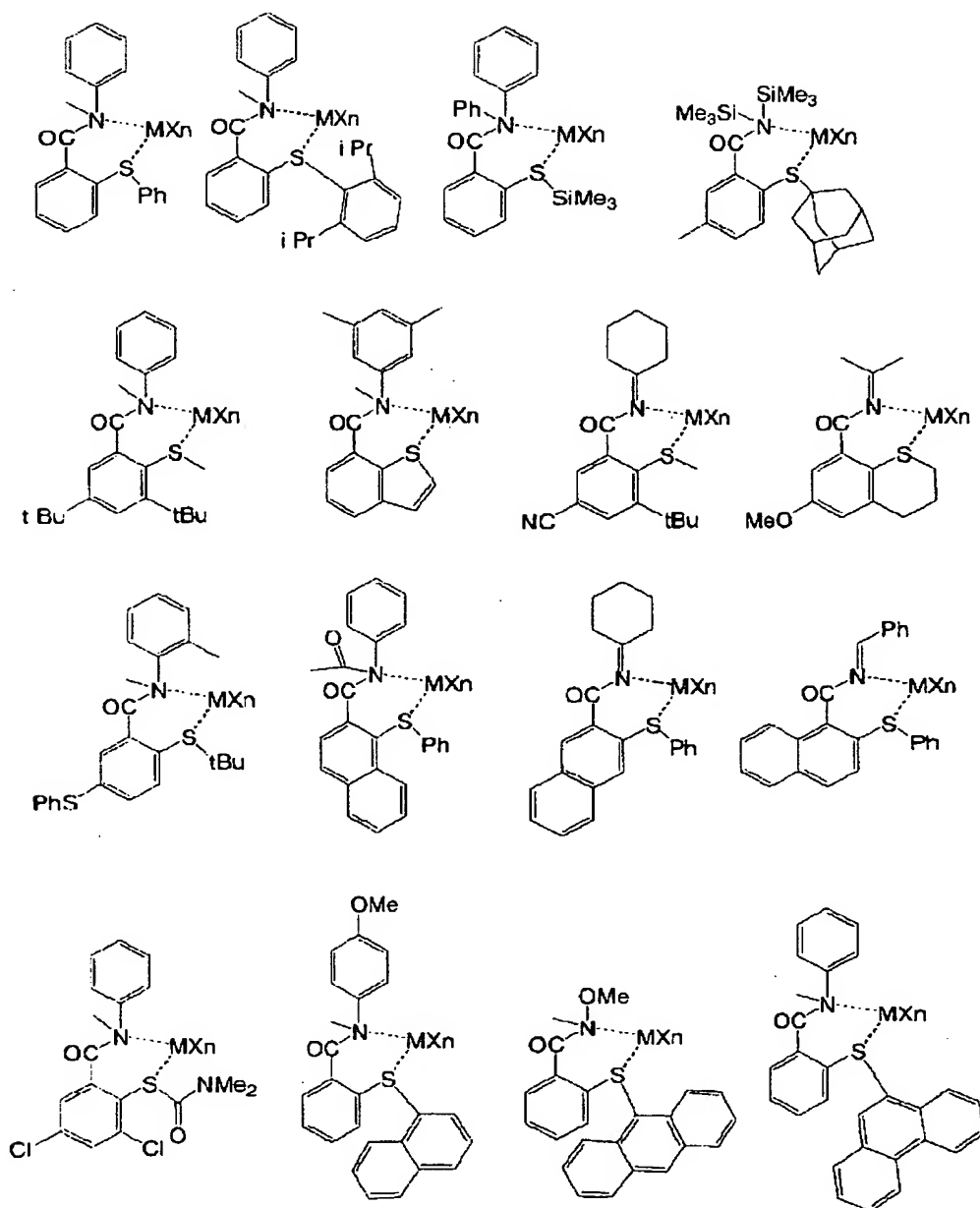
【0082】

【化56】



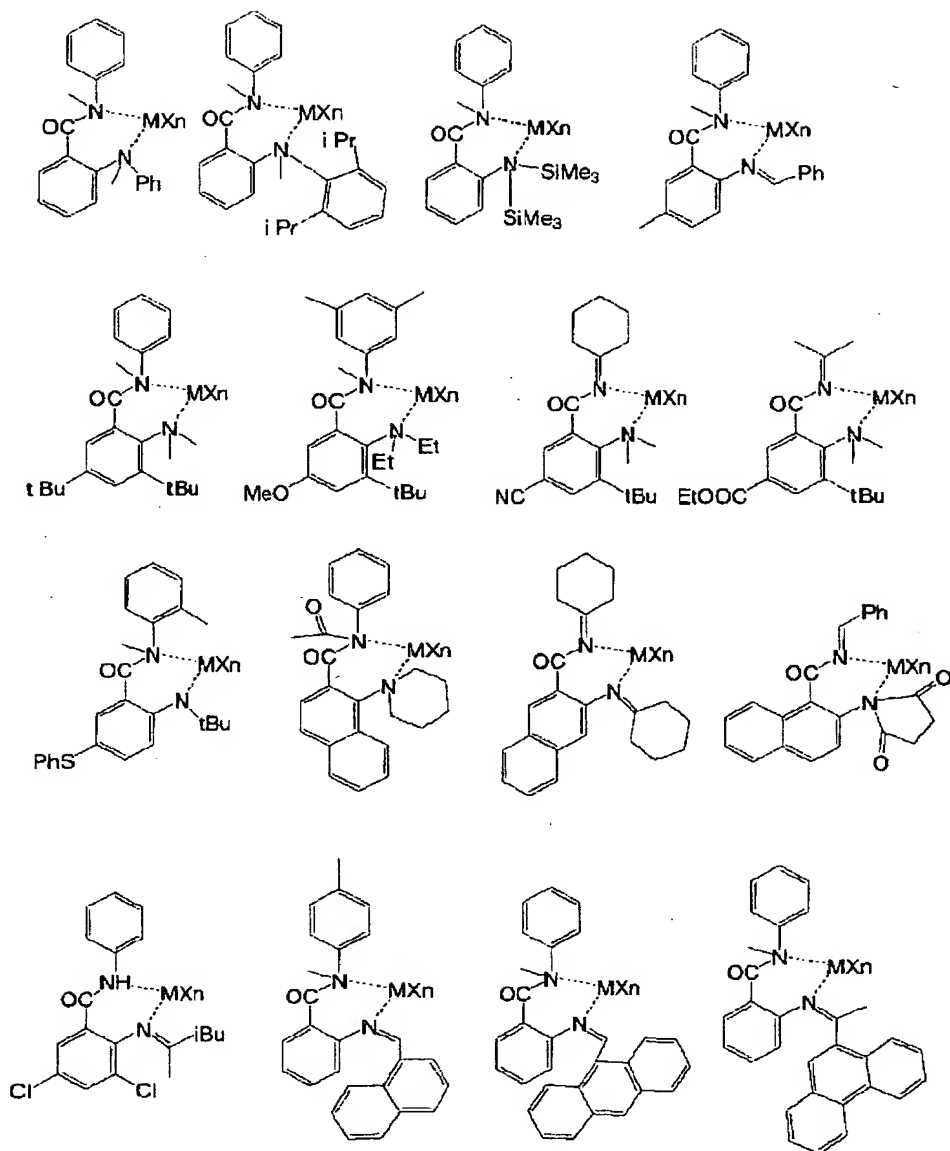
【0083】

【化57】



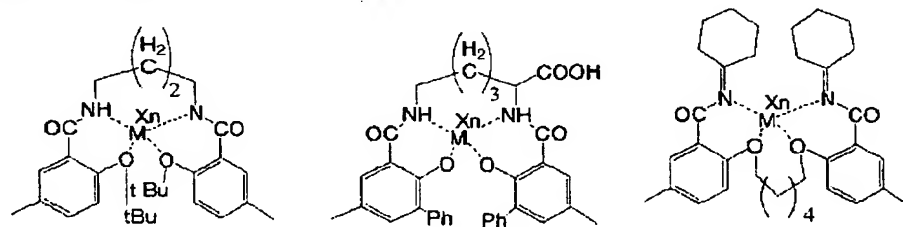
【0084】

【化58】

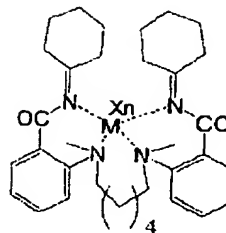
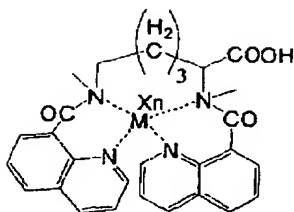
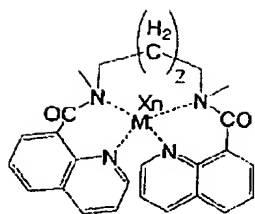


【0085】また、一般式(IV)において、 m が2でBとしてのR同士が結合した一般式(1-a)で表される

化合物に相当する例としては、次のようなものがある。
【化59】



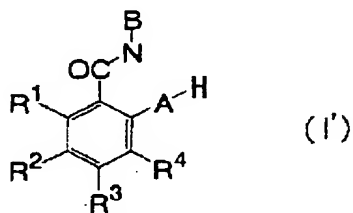
【化60】



【0086】遷移金属化合物の調製

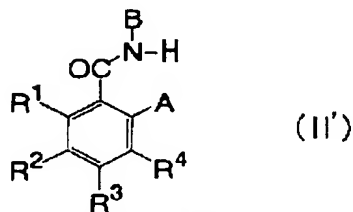
上記一般式(1)で表される遷移金属化合物は、特に限定されることはないが、例えば以下のような方法で調製することができる。下記一般式(I')で表される化合物、下記一般式(II')で表される化合物、下記一般式(III')で表される化合物および下記一般式(IV')で表される化合物から選ばれた化合物と、MX_k(MおよびXは前記と同じ、kはMの価数を満たす数。kが2以上のとき、Xは同一でも異なってもよい)で表される化合物と反応させることによって一般式(I)~(IV)で表される遷移金属化合物が得られる。式(I')~(IV')で表される化合物について説明する。式(I')~(IV')中R¹~R¹¹およびR^a~R^fは、前記式(I)~(IV)において例示したのと同じものを例示することができる。

【化61】



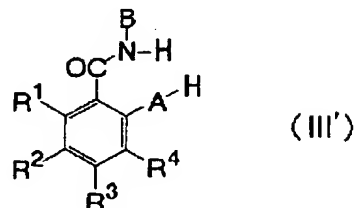
Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有するを示す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。Rのそれぞれは、前記と同じ。BがR^bとR^cである場合、R^bとR^cのいずれか一方が水素でないことが好ましい。

【化62】



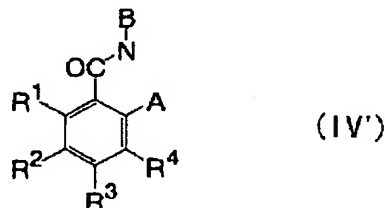
Aは結合基-R⁶を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R⁷と-R⁸、=NR⁹、または=CR¹⁰R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは結合基-R^aを示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。式(II')において、AがR⁷とR⁸を有する窒素原子である場合、R⁷とR⁸のいずれか一方が水素でないことが好ましい。また、R⁶は水素でないことが好ましい。

【化63】



(Aは、酸素原子、イオウ原子、セレン原子もしくは結合基-R⁵を有する窒素原子を示す。Bは結合基-R^aを示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。)

【化64】



(Aは結合基-R⁶を有する酸素原子、イオウ原子もしくはセレン原子、または結合基-R⁷と-R⁸、=NR⁹、または=CR¹⁰R¹¹を有する窒素原子を示す。Bは、Nと結合する基-R^bと-R^c、=NR^d、または=CR^eR^fを示す。また、Rのそれぞれは、前記と同じ。式(IV')において、AがR⁷とR⁸を有する窒素原子である場合、R⁷とR⁸のいずれか一方が水素でないことが好ましい。また、R⁶は水素でないことが好ましい。また、BがR^bとR^cである場合、R^bとR^cのいずれか一方が水素でないことが好ましい。

【0087】MX_kの好ましい例として、TiCl₃、TiCl₄、TiBr₃、TiBr₄、ZrCl₄、ZrBr₄、HfCl₄、HfBr₄、VCl₄、VCl₅、VBr₄、VBr₅、Ti(acac)₃、Ti(acac)₄、Ti(ベンジル)₄、Zr(ベンジル)₄、Ti(NiPr₃)₄、Zr(NiPr₃)₄、FeCl₂、FeCl₃、FeBr₂、FeBr₃、CoCl₂、CoCl₃、CoBr₂、CoBr₃、RhCl₂、RhCl₃、RhBr₂、RhBr₃、NiCl₂、NiBr₂、PdCl₂、PdBr₂およびこれらとTHF、アセトニトリル、ジエチルエーテルなどとの錯体などが挙げられる。

【0088】この際、一般式(I')で表される化合物、下記一般式(II')で表される化合物および下記一般式(III')で表される化合物は、MX_kで表される化合物と反応させる前に、塩基と接触させてもよい。塩基と接触することにより、それぞれの化合物に相当するアニオ

ンを経由して反応するものと推定される。反応生成物中の遷移金属Mに対する式(I')～(IV')で表される化合物単位とのモル比は、式(I')、(II')および(IV')の場合は、1～6の範囲にあることが、好ましく、式(III')の場合は、1～3の範囲にあることが好ましい。

【0089】一般式(I')で表される化合物からは、前記一般式(I)で表される化合物が得られ、下記一般式(II')で表される化合物からは、前記下記一般式(I)で表される化合物が得られ、下記一般式(III')で表される化合物からは、前記下記一般式(III)で表される化合物が得られ、下記一般式(IV')で表される化合物からは、前記下記一般式(IV)で表される化合物が得られる。

【0090】一般式(I')～(IV')で表される化合物は、当業者が適宜選択した方法で製造できる。その一例を以下に挙げる。

一般式(I')～(IV')で表される化合物に対応する化合物(配位子前駆体)の調製

例えば、A部が炭素原子の場合、サリチル酸誘導体とアニリン類、アミン類等と反応させ、必要に応じてA部に置換基を導入し、電荷を調整することで一般式(I')～(IV')で表される化合物に対応する化合物(配位子前駆体)を合成することができる。

【0091】次に、こうして得られた化合物を上記遷移金属M含有化合物MX_qと反応させることで、対応する遷移金属化合物を合成することができる。具体的には、合成した配位子を溶媒に溶解し、必要に応じて塩基と接触させて配位子の塩を調製した後、金属ハロゲン化物、金属アルキル化物等の金属化合物と低温下で混合し、－78℃から室温、もしくは還流条件下で、約1～48時間攪拌する。溶媒としては、このような反応に普通のものを使用できるが、なかでもエーテル、テトラヒドロフラン(THF)等の極性溶媒、トルエン等の炭化水素溶媒などが好ましく使用される。また、配位子の塩を調製する際に使用する塩基としては、n-ブチルリチウム等のリチウム塩、水素化ナトリウム等のナトリウム塩等の金属塩や、トリエチルアミン、ピリジン等の有機塩基が好ましいが、この限りではない。

【0092】また、化合物の性質によっては、配位子の塩調製を経由せず、配位子と金属化合物とを直接反応させることで、対応する遷移金属化合物を合成することもできる。

【0093】さらに、合成した遷移金属化合物中の金属Mを、常法により別の遷移金属と交換することも可能である。また、例えばR¹～RCおよびR^a～R^fの何れかがHである場合には、合成の任意の段階において、H以外の置換基を導入することができる。

【0094】以上のような遷移金属化合物(A)は、1種単独または2種以上組み合わせて用いられる。また、上記遷移金属化合物(A)以外の遷移金属化合物、例え

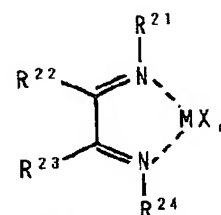
ば窒素、酸素、イオウ、ホウ素または燐などのヘテロ原子を含有する配位子からなる公知の遷移金属化合物と組み合わせて用いることもできる。以下、他の遷移金属化合物について説明する。

【0095】他の遷移金属化合物

上記遷移金属化合物(A)以外の遷移金属化合物として、具体的には、下記のような遷移金属化合物を用いることができる。ただし、これらに限定されるものではない。

【0096】(a-1) 下記式で表される遷移金属イミド化合物:

【化65】



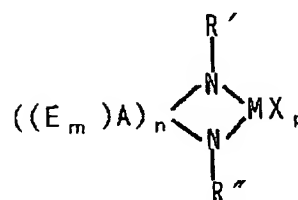
式中、Mは、周期表第8～10族の遷移金属原子を示し、好ましくはニッケル、パラジウムまたは白金である。

【0097】R²¹～R²⁴は、互いに同一でも異なってもよい炭素数1～50の炭化水素基、炭素数1～50のハロゲン化炭化水素基、炭化水素置換シリル基または窒素、酸素、リン、イオウおよびケイ素から選ばれる少なくとも1種の元素を含む置換基で置換された炭化水素基を示す。R²¹～R²⁴で表される基は、これらのうちの2個以上、好ましくは隣接する基が互いに連結して環を形成していてもよい。

【0098】Xは、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数1～20の炭化水素基、炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、ケイ素含有基または窒素含有基を示し、qは、0～4の整数である。qが2以上の場合には、Xで示される複数の基は互いに同一であっても異なってもよい。

【0099】(a-2) 下記式で表される遷移金属アミド化合物:

【化66】



式中、Mは、周期表第3～6族の遷移金属原子を示し、チタン、ジルコニウムまたはハフニウムであることが好ましい。

【0100】R' およびR'' は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、炭素数1～50の炭化水素基、炭素数1～50のハロゲン化炭化水素基、炭化水素

置換シリル基、または、窒素、酸素、リン、硫黄およびケイ素から選ばれる少なくとも1種の元素を有する置換基を示す。

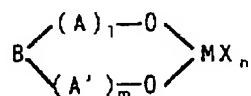
【0101】Aは、周期表第13～16族の原子を示し、具体的には、ホウ素、炭素、窒素、酸素、ケイ素、リン、硫黄、ゲルマニウム、セレン、スズなどが挙げられ、炭素またはケイ素であることが好ましい。mは、0～2の整数であり、nは、1～5の整数である。nが2以上の場合には、複数のAは、互いに同一でも異なってもよい。

【0102】Eは、炭素、水素、酸素、ハロゲン、窒素、硫黄、リン、ホウ素およびケイ素から選ばれる少なくとも1種の元素を有する置換基である。mが2の場合、2個のEは、互いに同一でも異なってもよく、あるいは互いに連結して環を形成していてもよい。

【0103】Xは、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数が1～20の炭化水素基、炭素原子数が1～20のハロゲン化炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、ケイ素含有基または窒素含有基を示し、pは、0～4の整数である。pが2以上の場合には、Xで示される複数の基は互いに同一でも異なってもよい。これらのうち、Xはハロゲン原子、炭素原子数が1～20の炭化水素基またはスルホネート基であることが好ましい。

【0104】(a-3) 下記式で表される遷移金属ジフェノキシ化合物：

【化67】



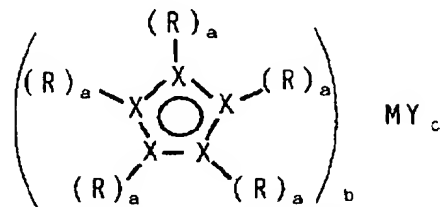
式中、Mは周期表第3～11族の遷移金属原子を示し、1およびmはそれぞれ0または1の整数であり、AおよびA'は炭素原子数1～50の炭化水素基、炭素原子数1～50のハロゲン化炭化水素、または、酸素、硫黄またはケイ素を含有する置換基を持つ炭化水素基、または炭素原子数1～50のハロゲン化炭化水素基であり、AとA'は同一でも異なってもよい。

【0105】Bは、炭素原子数0～50の炭化水素基、炭素原子数1～50のハロゲン化炭化水素基、R¹R²Zで表される基、酸素または硫黄であり、ここで、R¹およびR²は炭素原子数1～20の炭化水素基または少なくとも1個のヘテロ原子を含む炭素原子数1～20の炭化水素基であり、Zは炭素、窒素、硫黄、リンまたはケイ素を示す。

【0106】nは、Mの価数を満たす数である。Xは、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数1～20の炭化水素基、炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、ケイ素含有基または窒素含有基を示し、nが2以上の場合には、Xで示される複数の基は互いに同一でも異なってもよく、あるいは互いに結合して環を形成していてもよい。

【0107】(a-4) 下記式で表される少なくとも1個のヘテロ原子を含むシクロペンタジエニル骨格を有する配位子を含む遷移金属化合物：

【化68】



式中、Mは周期表第3～11族の遷移金属原子を示す。Xは、周期表第13、14または15族の原子を示し、Xのうちの少なくとも1つは炭素以外の元素である。

【0108】Rは、互いに同一でも異なってもよい水素原子、ハロゲン原子、炭化水素基、ハロゲン化炭化水素基、炭化水素基置換シリル基、または窒素、酸素、リン、イオウおよびケイ素から選ばれる少なくとも1種の元素を含む置換基で置換された炭化水素基を示し、2個以上のRが互いに連結して環を形成していてもよい。aは、0または1であり、bは、1～4の整数であり、bが2以上の場合、各[(R)_a]₅-X₅基は同一でも異なってもよく、さらにR同士が架橋していてもよい。

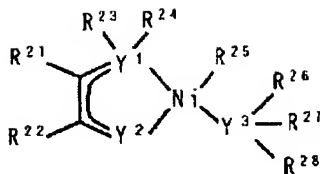
【0109】cは、Mの価数を満たす数である。Yは、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数1～20の炭化水素基、炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、ケイ素含有基または窒素含有基を示す。cが2以上の場合には、Yで示される複数の基は互いに同一でも異なってもよく、また、Yで示される複数の基は互いに結合して環を形成していてもよい。

【0110】(a-5) 式 RB(Pz)₃MX_nで表される遷移金属化合物：式中、Mは周期表第3～11族遷移金属化合物を示し、Rは水素原子、炭素原子数1～20の炭化水素基または炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基を示し、Pzはピラゾイル基または置換ピラゾイル基を示す。

【0111】nは、Mの価数を満たす数である。Xは、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数1～20の炭化水素基、炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、ケイ素含有基または窒素含有基を示し、nが2以上の場合には、Xで示される複数の基は互いに同一でも異なってもよく、あるいは互いに結合して環を形成していてもよい。

【0112】(a-6) 下記式で示される遷移金属化合物：

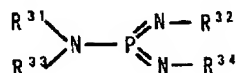
【化69】



式中、Y¹およびY²は、互いに同一であっても異なってもよい周期律表第15族の元素であり、Y³は周期律表第16族の元素である。R²¹～R²⁴は、互いに同一であっても異なってもよい水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数1～20の炭化水素基、炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基またはケイ素含有基を示し、これらのうち2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。

【0113】(a-7) 下記式で表される化合物とVIII族の遷移金属原子との化合物：

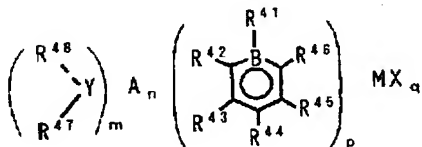
【化70】



式中、R³¹～R³⁴は、互いに同一でも異なってもよい水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数1～20の炭化水素基または炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基であり、これらのうち2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。

【0114】(a-8) 下記式で示される遷移金属化合物：

【化71】



式中、Mは、周期律表第3～11族の遷移金属原子を示し、mは、0～3の整数であり、nは、0または1の整数であり、pは、1～3の整数であり、qは、Mの価数を満たす数である。

【0115】R⁴¹～R⁴⁶は、互いに同一でも異なってもよい水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数1～20の炭化水素基、炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、ケイ素含有基または窒素含有基を示し、これらのうちの2個以上が互いに連結して環を形成していてもよい。

【0116】Xは、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数1～20の炭化水素基、炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基、酸素含有基、イオウ含有基、ケイ素含有基または窒素含有基を示し、qが2以上の場合は、Xで示される複数の基は互いに同一でも異なってもよく、またはXで示される複数の基は互いに結合して環を形成してもよい。

【0117】Yは、ボラタベンゼン環を架橋する基で

あり、炭素、ケイ素またはゲルマニウムを示す。Aは、周期律表第14、15または16族の元素を示す。

【0118】(a-9) 前記(a-4)以外のシクロペンタジエニル骨格を有する配位子を含む遷移金属化合物。

(a-10) マグネシウム、チタン、ハロゲンを必須成分とする化合物。

【0119】次に、(B)成分の各化合物について説明する。

(B-1) 有機金属化合物

本発明で用いられる(B-1)有機金属化合物として、具体的には下記のような周期律表第1、2族および第12、13族の有機金属化合物が用いられる。

【0120】(B-1a) 一般式 $R^a_m A l (OR^b)_n H_p X_q$ (式中、R^aおよびR^bは、互いに同一でも異なってもよい炭素原子数が1～15、好ましくは1～4の炭化水素基を示し、Xはハロゲン原子を示し、mは0<m≤3、nは0≤n<3、pは0≤p<3、qは0≤q<3の数であり、かつm+n+p+q=3である。)で表される有機アルミニウム化合物。

【0121】(B-1b) 一般式 $M^2 A l R^a_q$

(式中、M²はLi、NaまたはKを示し、R^aは炭素原子数が1～15、好ましくは1～4の炭化水素基を示す。)で表される1族金属とアルミニウムとの錯アルキル化合物。

(B-1c) 一般式 $R^a R^b M^3$

(式中、R^aおよびR^bは、互いに同一でも異なってもよい炭素原子数が1～15、好ましくは1～4の炭化水素基を示し、M³はMg、ZnまたはCdである。)で表される2族または12族金属のジアルキル化合物。

【0122】前記の(B-1a)に属する有機アルミニウム化合物としては、次のような化合物を例示できる。

一般式 $R^a_m A l (OR^b)_{3-m}$

(式中、R^aおよびR^bは、互いに同一でも異なってもよい炭素原子数が1～15、好ましくは1～4の炭化水素基を示し、mは、好ましくは1.5≤m≤3の数である。)で表される有機アルミニウム化合物。

一般式 $R^a_m A l X_{3-m}$

(式中、R^aは炭素原子数が1～15、好ましくは1～4の炭化水素基を示し、Xはハロゲン原子を示し、mは好ましくは0<m<3である。)で表される有機アルミニウム化合物。

【0123】一般式 $R^a_m A l H_{3-m}$

(式中、R^aは炭素原子数が1～15、好ましくは1～4の炭化水素基を示し、mは好ましくは2≤m<3である。)で表される有機アルミニウム化合物。

一般式 $R^a_m A l (OR^b)_n X_q$

(式中、R^aおよびR^bは、互いに同一でも異なってもよい炭素原子数が1～15、好ましくは1～4の炭化水素基を示し、Xはハロゲン原子を示し、mは0<m≤3、nは0≤n<3、qは0≤q<3の数であり、かつ

$m+n+q=3$ である。)で表される有機アルミニウム化合物。

【0124】(B-1a)に属する有機アルミニウム化合物として、より具体的には、トリメチルアルミニウム、トリエチルアルミニウム、トリ*n*-ブチルアルミニウム、トリプロピルアルミニウム、トリペンチルアルミニウム、トリヘキシルアルミニウム、トリオクチルアルミニウム、トリデシルアルミニウムなどのトリ*n*-アルキルアルミニウム；トリイソプロピルアルミニウム、トリイソブチルアルミニウム、トリ*sec*-ブチルアルミニウム、トリ*tert*-ブチルアルミニウム、トリ2-メチルブチルアルミニウム、トリ3-メチルブチルアルミニウム、トリ2-メチルペンチルアルミニウム、トリ3-メチルペンチルアルミニウム、トリ4-メチルペンチルアルミニウム、トリ2-メチルヘキシルアルミニウム、トリ3-メチルヘキシルアルミニウム、トリ2-エチルヘキシルアルミニウムなどのトリ分岐鎖アルキルアルミニウム；

【0125】トリシクロヘキシルアルミニウム、トリシクロオクチルアルミニウムなどのトリシクロアルキルアルミニウム；トリフェニルアルミニウム、トリトリルアルミニウムなどのトリアリールアルミニウム；ジイソブチルアルミニウムハイドライド、ジイソブチルアルミニウムハイドライドなどのジアルキルアルミニウムハイドライド； $(i-C_4H_9)_xAl_y(C_5H_{10})_z$ (式中、 x 、 y 、 z は正の数であり、 $z \geq 2x$ である。)などで表されるトリイソプレニルアルミニウムなどのトリアルケニルアルミニウム；

【0126】イソブチルアルミニウムメトキシド、イソブチルアルミニウムエトキシド、イソブチルアルミニウムイソプロポキシドなどのアルキルアルミニウムアルコキシド；ジメチルアルミニウムメトキシド、ジエチルアルミニウムエトキシド、ジブチルアルミニウムブトキシドなどのジアルキルアルミニウムアルコキシド；エチルアルミニウムセスキエトキシド、ブチルアルミニウムセスキブトキシドなどのアルキルアルミニウムセスキアルコキシド；

【0127】 $R_{2.5}Al(OR^b)_{0.5}$ などで表される平均組成を有する部分的にアルコキシ化されたアルキルアルミニウム；ジエチルアルミニウムフェノキシド、ジエチルアルミニウム(2,6-ジ-*tert*-ブチル-4-メチルフェノキシド)、エチルアルミニウムビス(2,6-ジ-*tert*-ブチル-4-メチルフェノキシド)、ジイソブチルアルミニウム(2,6-ジ-*tert*-ブチル-4-メチルフェノキシド)、イソブチルアルミニウムビス(2,6-ジ-*tert*-ブチル-4-メチルフェノキシド)などのジアルキルアルミニウムアリーロキシド；ジメチルアルミニウムクロリド、ジエチルアルミニウムクロリド、ジブチルアルミニウムクロリド、ジエチルアルミニウムブロミド、ジイソブチルアルミニウムクロリドなどのジアルキルアルミニウムハライド；エチルアルミニウムセスキクロリド、ブチルアルミニウムセスキクロ

リド、エチルアルミニウムセスキブロミドなどのアルキルアルミニウムセスキハライド；エチルアルミニウムジクロリド、プロピルアルミニウムジクロリド、ブチルアルミニウムジブロミドなどのアルキルアルミニウムジハライドなどの部分的にハロゲン化されたアルキルアルミニウム；

【0128】ジエチルアルミニウムヒドリド、ジブチルアルミニウムヒドリドなどのジアルキルアルミニウムヒドリド；エチルアルミニウムジヒドリド、プロピルアルミニウムジヒドリドなどのアルキルアルミニウムジヒドリドなどその他の部分的に水素化されたアルキルアルミニウム；エチルアルミニウムエトキシクロリド、ブチルアルミニウムブトキシクロリド、エチルアルミニウムエトキシブロミドなどの部分的にアルコキシ化およびハロゲン化されたアルキルアルミニウムなどが挙げられる。

【0129】また(B-1a)に類似する化合物も使用することができ、たとえば窒素原子を介して2以上のアルミニウム化合物が結合した有機アルミニウム化合物も挙げられる。このような化合物として、具体的には、 $(C_2H_5)_2AlN(C_2H_5)Al(C_2H_5)_2$ などが挙げられる。

【0130】前記(B-1b)に属する化合物としては、 $LiAl(C_2H_5)_4$ 、 $LiAl(C_7H_{15})_4$ などが挙げられる。

【0131】またその他にも、(B-1)有機金属化合物としては、メチルリチウム、エチルリチウム、プロピルリチウム、ブチルリチウム、メチルマグネシウムブロミド、メチルマグネシウムクロリド、エチルマグネシウムブロミド、エチルマグネシウムクロリド、プロピルマグネシウムブロミド、プロピルマグネシウムクロリド、ブチルマグネシウムブロミド、ブチルマグネシウムクロリド、ジメチルマグネシウム、ジエチルマグネシウム、ジブチルマグネシウム、ブチルエチルマグネシウムなどを使用することもできる。

【0132】また重合系内で上記有機アルミニウム化合物が形成されるような化合物、たとえばハロゲン化アルミニウムとアルキルリチウムとの組合せ、またはハロゲン化アルミニウムとアルキルマグネシウムとの組合せなどを使用することもできる。

(B-1)有機金属化合物のなかでは、有機アルミニウム化合物が好ましい。上記のような(B-1)有機金属化合物は、1種単独でまたは2種以上組み合わせ用いられる。

【0133】(B-2) 有機アルミニウムオキシ化合物

本発明で用いられる(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物は、従来公知のアルミノキサンであってもよく、また特開平2-78687号公報に例示されているようなベンゼン不溶性の有機アルミニウムオキシ化合物であってもよい。

【0134】従来公知のアルミノキサンは、たとえば下記のような方法によって製造することができ、通常、炭

化水素溶媒の溶液として得られる。

【0135】(1) 吸着水を含有する化合物または結晶水を含有する塩類、たとえば塩化マグネシウム水和物、硫酸銅水和物、硫酸アルミニウム水和物、硫酸ニッケル水和物、塩化第1セリウム水和物などの炭化水素媒体懸濁液に、トリアルキルアルミニウムなどの有機アルミニウム化合物を添加して、吸着水または結晶水と有機アルミニウム化合物とを反応させる方法。

【0135】(2) ベンゼン、トルエン、エチルエーテル、テトラヒドロフランなどの媒体中で、トリアルキルアルミニウムなどの有機アルミニウム化合物に直接水、氷または水蒸気を用いる方法。

(3) デカン、ベンゼン、トルエンなどの媒体中でトリアルキルアルミニウムなどの有機アルミニウム化合物に、ジメチルスズオキシド、ジブチルスズオキシドなどの有機スズ酸化物を反応させる方法。

【0136】なお該アルミノキサンは、少量の有機金属成分を含有してもよい。また回収された上記のアルミノキサンの溶液から溶媒または未反応有機アルミニウム化合物を蒸留して除去した後、溶媒に再溶解またはアルミノキサンの貧溶媒に懸濁させてもよい。

【0137】アルミノキサンを調製する際に用いられる有機アルミニウム化合物として具体的には、前記(B-1a)に属する有機アルミニウム化合物として例示したものと同様の有機アルミニウム化合物が挙げられる。これらのうち、トリアルキルアルミニウム、トリシクロアルキルアルミニウムが好ましく、トリメチルアルミニウムが特に好ましい。上記のような有機アルミニウム化合物は、1種単独でまたは2種以上組み合わせて用いられる。

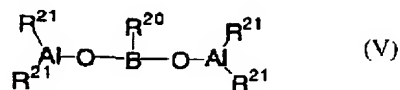
【0138】アルミノキサンの調製に用いられる溶媒としては、ベンゼン、トルエン、キシレン、クメン、シメンなどの芳香族炭化水素、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、デカン、ドデカン、ヘキサデカン、オクタデカンなどの脂肪族炭化水素、シクロペンタン、シクロヘキサン、シクロオクタン、メチルシクロペンタンなどの脂環族炭化水素、ガソリン、灯油、軽油などの石油留分または上記芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、脂環族炭化水素のハロゲン化物とりわけ、塩素化物、臭素化物などの炭化水素溶媒が挙げられる。さらにエチルエーテル、テトラヒドロフランなどのエーテル類を用いることもできる。これらの溶媒のうち特に芳香族炭化水素または脂肪族炭化水素が好ましい。

【0139】また本発明で用いられるベンゼン不溶性の有機アルミニウムオキシ化合物は、60℃のベンゼンに溶解するA1成分がA1原子換算で通常10%以下、好ましくは5%以下、特に好ましくは2%以下であるもの、すなわちベンゼンに対して不溶性または難溶性であるものが好ましい。

【0140】本発明で用いられる有機アルミニウムオキシ化合物の例としては、下記一般式(V)で表されるボ

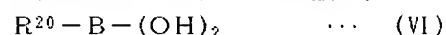
ロンを含んだ有機アルミニウムオキシ化合物が挙げられる。

【化72】



式中、R²⁰は炭素原子数が1～10の炭化水素基を示す。R²¹は、互いに同一でも異なっていてもよい水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数が1～10の炭化水素基を示す。

【0141】前記一般式(V)で表されるボロンを含んだ有機アルミニウムオキシ化合物は、下記一般式(VI)で表されるアルキルボロン酸と、



(式中、R²⁰は上記と同じ基を示す。)

有機アルミニウム化合物とを、不活性ガス雰囲気下にならざるに不活性溶媒中で、-80℃～室温の温度で1分～24時間反応させることにより製造できる。

【0142】前記一般式(ii)で表されるアルキルボロン酸の具体的なものとしては、メチルボロン酸、エチルボロン酸、イソプロピルボロン酸、n-プロピルボロン酸、n-ブチルボロン酸、イソブチルボロン酸、n-ヘキシルボロン酸、シクロヘキシルボロン酸、フェニルボロン酸、3,5-ジフルオロボロン酸、ペンタフルオロフェニルボロン酸、3,5-ビス(トリフルオロメチル)フェニルボロン酸などが挙げられる。これらの中では、メチルボロン酸、n-ブチルボロン酸、イソブチルボロン酸、3,5-ジフルオロフェニルボロン酸、ペンタフルオロフェニルボロン酸が好ましい。これらは1種単独でまたは2種以上組み合わせて用いられる。

【0143】このようなアルキルボロン酸と反応させる有機アルミニウム化合物として具体的には、前記(B-1a)に属する有機アルミニウム化合物として例示したものと同様の有機アルミニウム化合物が挙げられる。これらのうち、トリアルキルアルミニウム、トリシクロアルキルアルミニウムが好ましく、特にトリメチルアルミニウム、トリエチルアルミニウム、トリイソブチルアルミニウムが好ましい。これらは1種単独でまたは2種以上組み合わせて用いられる。

【0144】上記のような(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物は、1種単独でまたは2種以上組み合わせて用いられる。

【0145】(B-3) 遷移金属化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物

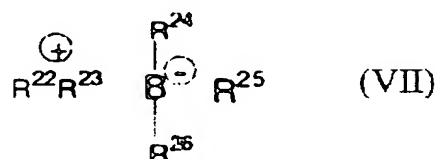
本発明で用いられる遷移金属化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物(B-3)(以下、「イオン化イオン性化合物」という。)は、前記遷移金属化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物である。従って、少なくとも前記遷移金属化合物(A)と接触させてイオン対を形成するものは、この化合物に含まれる。このよ

うな化合物としては、特開平1-501950号公報、特開平1-702036号公報、特開平3-179005号公報、特開平3-179006号公報、特開平3-207703号公報、特開平3-207704号公報、USP 5,521,106号などに記載されたルイス酸、イオン性化合物、ホウ素化合物およびカルボラン化合物などが挙げられる。さらに、ヘテロポリ化合物およびイソポリ化合物も挙げることができる。

【0146】具体的に、ルイス酸としては、 BR_3 (R は、フェニル基、トリフルオロメチル基などの置換基を有していてもよいフェニル基またはフッ素である。)で表される化合物が挙げられ、たとえば、トリフルオロボロン、トリフェニルボロン、トリス(4-フルオロフェニル)ボロン、トリス(3,5-ジフルオロフェニル)ボロン、トリス(4-フルオロメチルフェニル)ボロン、トリス(4-フルオロフェニル)ボロン、トリス(p-トリル)ボロン、トリス(o-トリル)ボロン、トリス(3,5-ジメチルフェニル)ボロンなどが挙げられる。

【0147】イオン性化合物としては、たとえば下記一般式(VII)で表される化合物が挙げられる。

【化73】



式中、 R^{22} としては、H、カルボニウムカチオン、オキソニウムカチオン、アンモニウムカチオン、ホスホニウムカチオン、シクロヘキシルトリエニルカチオン、遷移金属を有するフェロセニウムカチオンなどが挙げられる。 $\text{R}^{23} \sim \text{R}^{26}$ は、互いに同一でも異なってもよい有機基、好ましくはアリール基または置換アリール基である。

【0148】前記カルボニウムカチオンとして具体的には、トリフェニルカルボニウムカチオン、トリ(メチルフェニル)カルボニウムカチオン、トリ(ジメチルフェニル)カルボニウムカチオンなどの三置換カルボニウムカチオンなどが挙げられる。前記アンモニウムカチオンとして具体的には、トリメチルアンモニウムカチオン、トリエチルアンモニウムカチオン、トリプロピルアンモニウムカチオン、トリブチルアンモニウムカチオン、トリ(n-ブチル)アンモニウムカチオンなどのトリアルキルアンモニウムカチオン；N,N-ジメチルアニリニウムカチオン、N,N-ジエチルアニリニウムカチオン、N,N-2,4,6-ペンタメチルアニリニウムカチオンなどのN,N-ジアルキルアニリニウムカチオン；ジ(イソプロピル)アンモニウムカチオン、ジシクロヘキシルアンモニウムカチオンなどのジアルキルアンモニウムカチオンなどが挙げら

れる。

【0149】前記ホスホニウムカチオンとして具体的には、トリフェニルホスホニウムカチオン、トリ(メチルフェニル)ホスホニウムカチオン、トリ(ジメチルフェニル)ホスホニウムカチオンなどのトリアルキルホスホニウムカチオンなどが挙げられる。

【0150】 R^{22} としては、カルボニウムカチオン、アンモニウムカチオンなどが好ましく、特にトリフェニルカルボニウムカチオン、N,N-ジメチルアニリニウムカチオン、N,N-ジエチルアニリニウムカチオンが好ましい。

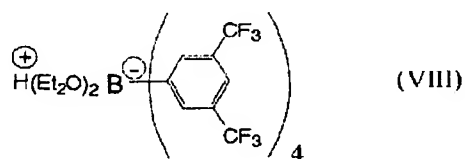
【0151】またイオン性化合物として、トリアルキル置換アンモニウム塩、N,N-ジアルキルアニリニウム塩、ジアルキルアンモニウム塩、トリアルキルホスフォニウム塩なども挙げられる。

【0152】トリアルキル置換アンモニウム塩として具体的には、たとえばトリエチルアンモニウムテトラ(フェニル)ホウ素、トリプロピルアンモニウムテトラ(フェニル)ホウ素、トリ(n-ブチル)アンモニウムテトラ(フェニル)ホウ素、トリメチルアンモニウムテトラ(p-トリル)ホウ素、トリメチルアンモニウムテトラ(o-トリル)ホウ素、トリ(n-ブチル)アンモニウムテトラ(ペンタフルオロフェニル)ホウ素、トリプロピルアンモニウムテトラ(o,p-ジメチルフェニル)ホウ素、トリ(n-ブチル)アンモニウムテトラ(m,m-ジメチルフェニル)ホウ素、トリ(n-ブチル)アンモニウムテトラ(p-トリフルオロメチルフェニル)ホウ素、トリ(n-ブチル)アンモニウムテトラ(3,5-ジトリフルオロメチルフェニル)ホウ素、トリ(n-ブチル)アンモニウムテトラ(o-トリル)ホウ素などが挙げられる。

【0153】N,N-ジアルキルアニリニウム塩として具体的には、たとえばN,N-ジメチルアニリニウムテトラ(フェニル)ホウ素、N,N-ジエチルアニリニウムテトラ(フェニル)ホウ素、N,N-2,4,6-ペンタメチルアニリニウムテトラ(フェニル)ホウ素などが挙げられる。ジアルキルアンモニウム塩として具体的には、たとえばジ(1-プロピル)アンモニウムテトラ(ペンタフルオロフェニル)ホウ素、ジシクロヘキシルアンモニウムテトラ(フェニル)ホウ素などが挙げられる。

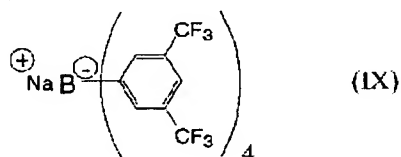
【0154】さらにイオン性化合物として、トリフェニルカルベニウムテトラキス(ペンタフルオロフェニル)ボレート、N,N-ジメチルアニリニウムテトラキス(ペンタフルオロフェニル)ボレート、フェロセニウムテトラ(ペンタフルオロフェニル)ボレート、トリフェニルカルベニウムペンタフェニルシクロペンタジエニル錯体、N,N-ジエチルアニリニウムペンタフェニルシクロペンタジエニル錯体、下記式(VIII)または(IX)で表されるホウ素化合物なども挙げられる。

【化74】



(式中、Etはエチル基を示す。)

【化75】



【0155】ボラン化合物として具体的には、たとえばデカボラン(14)；ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕ノナボレート、ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕デカボレート、ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕ウンデカボレート、ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕ドデカボレート、ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕デカクロロデカボレート、ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕ドデカクロロドデカボレートなどのアニオンの塩；トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(ドデカハイドライドドデカボレート)コバルト酸塩(III)、ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕ビス(ドデカハイドライドドデカボレート)ニッケル酸塩(III)などの金属ボランアニオンの塩などが挙げられる。

【0156】カルボラン化合物として具体的には、たとえば4-カルバノナボラン(14)、1,3-ジカルバノナボラン(13)、6,9-ジカルバデカボラン(14)、ドデカハイドライド-1-フェニル-1,3-ジカルバノナボラン、ドデカハイドライド-1-メチル-1,3-ジカルバノナボラン、ウンデカハイドライド-1,3-ジメチル-1,3-ジカルバノナボラン、7,8-ジカルバウンデカボラン(13)、2,7-ジカルバウンデカボラン(13)、ウンデカハイドライド-7,8-ジメチル-7,8-ジカルバウンデカボラン、ドデカハイドライド-11-メチル-2,7-ジカルバウンデカボラン、トリ(n-ブチル)アンモニウム1-カルバデカボレート、トリ(n-ブチル)アンモニウム1-カルバウンデカボレート、トリ(n-ブチル)アンモニウム1-カルバドデカボレート、トリ(n-ブチル)アンモニウム1-トリメチルシリル-1-カルバデカボレート、トリ(n-ブチル)アンモニウムプロモ-1-カルバドデカボレート、トリ(n-ブチル)アンモニウム6-カルバデカボレート(14)、トリ(n-ブチル)アンモニウム6-カルバデカボレート(12)、トリ(n-ブチル)アンモニウム7-カルバウンデカボレート(13)、トリ(n-ブチル)アンモニウム7,8-ジカルバウンデカボレート(12)、トリ(n-ブチル)アンモニウム2,9-ジカルバウンデカボレート(12)、トリ(n-ブチル)アンモニウムドデカハイドライド-8-メチル-7,9-ジカルバウンデカボレート、トリ(n-

ブチル)アンモニウムウンデカハイドライド-8-エチル-7,9-ジカルバウンデカボレート、トリ(n-ブチル)アンモニウムウンデカハイドライド-8-ブチル-7,9-ジカルバウンデカボレート、トリ(n-ブチル)アンモニウムウンデカハイドライド-8-アリル-7,9-ジカルバウンデカボレート、トリ(n-ブチル)アンモニウムウンデカハイドライド-9-トリメチルシリル-7,8-ジカルバウンデカボレート、トリ(n-ブチル)アンモニウムウンデカハイドライド-4,6-ジプロモ-7-カルバウンデカボレートなどのアニオンの塩；

【0157】トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(ノナハイドライド-1,3-ジカルバノナボレート)コバルト酸塩(III)、トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート)鉄酸塩(III)、トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート)コバルト酸塩(III)、トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート)ニッケル酸塩(III)、トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート)銅酸塩(III)、トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート)金酸塩(III)、トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(ノナハイドライド-7,8-ジメチル-7,8-ジカルバウンデカボレート)鉄酸塩(III)、トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(ノナハイドライド-7,8-ジメチル-7,8-ジカルバウンデカボレート)クロム酸塩(III)、トリ(n-ブチル)アンモニウムビス(トリプロモオクタハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート)コバルト酸塩(III)、トリス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕ビス(ウンデカハイドライド-7-カルバウンデカボレート)クロム酸塩(III)、ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕ビス(ウンデカハイドライド-7-カルバウンデカボレート)マンガン酸塩(IV)、ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕ビス(ウンデカハイドライド-7-カルバウンデカボレート)コバルト酸塩(III)、ビス〔トリ(n-ブチル)アンモニウム〕ビス(ウンデカハイドライド-7-カルバウンデカボレート)ニッケル酸塩(IV)などの金属カルボランアニオンの塩などが挙げられる。

【0158】ヘテロポリ化合物は、ケイ素、リン、チタン、ゲルマニウム、ヒ素もしくは錫からなる原子と、バナジウム、ニオブ、モリブデンおよびタングステンから選ばれる1種または2種以上の原子からなっている。具体的には、リンバナジン酸、ゲルマノバナジン酸、ヒ素バナジン酸、リンニオブ酸、ゲルマノニオブ酸、シリコニオブ酸、リンモリブデン酸、チタンモリブデン酸、ゲルマノモリブデン酸、ヒ素モリブデン酸、錫モリブデン酸、リンタングステン酸、ゲルマノタングステン酸、錫タングステン酸、リンモリブドバナジン酸、リンタングストバナジン酸、ゲルマノタングストバナジン

ン酸、リンモリブドタングストバナジン酸、ゲルマノモリブドタングストバナジン酸、リンモリブドタングステン酸、リンモリブドニオブ酸、これらの酸の塩、例えば周期律表第Ⅰa族またはⅡa族の金属、具体的には、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム等との塩、およびトリフェニルエチル塩等の有機塩、およびイソポリ化合物を使用できるが、この限りではない。

【0159】ヘテロポリ化合物およびイソポリ化合物としては、上記の化合物の中の1種に限らず、2種以上用いることができる。上記のような(B-3)イオン化イオン性化合物は、1種単独でまたは2種以上組み合わせて用いられる。

【0160】本発明に係る遷移金属化合物を触媒とする場合、助触媒成分としてのメチルアルミノキサンなどの有機アルミニウムオキシ化合物(B-2)とを併用すると、オレフィン化合物に対して非常に高い重合活性を示す。また助触媒成分としてトリフェニルカルボニウムテトラキス(ペンタフルオロフェニル)ボレートなどのイオン化イオン性化合物(B-3)を用いると、良好な活性で非常に分子量の高いオレフィン重合体が得られる。

【0161】また、本発明に係るオレフィン重合用触媒は、前記遷移金属化合物(A)、(B-1)有機金属化合物、(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物、および(B-3)イオン化イオン性化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物(B)とともに、必要に応じて後述するような担体(C)を用いることもできる。

【0162】(C)担体

本発明で用いられる(C)担体は、無機または有機の化合物であって、顆粒状ないしは微粒子状の固体である。このうち無機化合物としては、多孔質酸化物、無機塩化物、粘土、粘土鉱物またはイオン交換性層状化合物が好ましい。

【0163】多孔質酸化物として、具体的には SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZrO 、 TiO_2 、 B_2O_3 、 CaO 、 ZnO 、 BaO 、 ThO_2 など、またはこれらを含む複合物または混合物を使用、例えば天然または合成ゼオライト、 $\text{SiO}_2\text{-MgO}$ 、 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 、 $\text{SiO}_2\text{-V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-MgO}$ などを使用することができる。これらのうち、 SiO_2 および/または Al_2O_3 を主成分とするものが好ましい。

【0164】なお、上記無機酸化物は、少量の Na_2CO_3 、 K_2CO_3 、 CaCO_3 、 MgCO_3 、 Na_2SO_4 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 BaSO_4 、 KNO_3 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 、 Na_2O 、 K_2O 、 Li_2O などの炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、酸化物成分を含有していても差し支えない。

【0165】このような多孔質酸化物は、種類および製

法によりその性状は異なるが、本発明に好ましく用いられる担体は、粒径が $10\sim300\mu\text{m}$ 、好ましくは $20\sim200\mu\text{m}$ であって、比表面積が $50\sim1000\text{m}^2/\text{g}$ 、好ましくは $100\sim700\text{m}^2/\text{g}$ の範囲にあり、細孔容積が $0.3\sim3.0\text{cc}/\text{g}$ の範囲にあることが望ましい。このような担体は、必要に応じて $100\sim1000^\circ\text{C}$ 、好ましくは $150\sim700^\circ\text{C}$ で焼成して使用される。

【0166】無機塩化物としては、 MgCl_2 、 MgBr_2 、 MnCl_2 、 MnBr_2 等が用いられる。無機塩化物は、そのまま用いてもよいし、ボールミル、振動ミルにより粉碎した後に用いてもよい。また、アルコールなどの溶媒に無機塩化物を溶解させた後、析出剤によって微粒子状に析出させたものを用いることもできる。

【0167】本発明で担体として用いられる粘土は、通常粘土鉱物を主成分として構成される。また、本発明で担体として用いられるイオン交換性層状化合物は、イオン結合などによって構成される面が互いに弱い結合力で平行に積み重なった結晶構造を有する化合物であり、含有するイオンが交換可能なものである。大部分の粘土鉱物はイオン交換性層状化合物である。また、これらの粘土、粘土鉱物、イオン交換性層状化合物としては、天然産のものに限らず、人工合成物を使用することもできる。また、粘土、粘土鉱物またはイオン交換性層状化合物として、粘土、粘土鉱物、また、六方細密パッキング型、アンチモン型、 CdCl_2 型、 CdI_2 型などの層状の結晶構造を有するイオン結晶性化合物などを例示することができる。

【0168】このような粘土、粘土鉱物としては、カオリン、ベントナイト、木節粘土、ガイロメ粘土、アロフェン、ヒシゲル石、パイロフィライト、ウンモ群、モンモリロナイト群、バーミキュライト、リョクデイ石群、パリゴルスカイト、カオリナイト、ナクライト、ディッカイト、ハロイサイトなどが挙げられ、イオン交換性層状化合物としては、 $\alpha\text{-Zr}(\text{HAsO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 $\alpha\text{-Zr}(\text{HPO}_4)_2$ 、 $\alpha\text{-Zr}(\text{KPO}_4)_2\cdot3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\alpha\text{-Ti}(\text{HPO}_4)_2$ 、 $\alpha\text{-Ti}(\text{HAsO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 $\alpha\text{-Sn}(\text{HPO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 $\gamma\text{-Zr}(\text{HPO}_4)_2$ 、 $\gamma\text{-Ti}(\text{HPO}_4)_2$ 、 $\gamma\text{-Ti}(\text{NH}_4\text{PO}_4)_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ などの多価金属の結晶性酸性塩などが挙げられる。

【0169】このような粘土、粘土鉱物またはイオン交換性層状化合物は、水銀圧入法で測定した半径 20Å 以上、 200Å 以下の細孔容積が $0.1\text{cc}/\text{g}$ 以上のものが好ましく、 $0.3\sim5\text{cc}/\text{g}$ のものが特に好ましい。ここで、細孔容積は、水銀ポロシメーターを用いた水銀圧入法により、細孔半径 $20\sim3\times10^4\text{Å}$ の範囲について測定される。半径 20Å 以上の細孔容積が $0.1\text{cc}/\text{g}$ より小さいものを担体として用いた場合には、高い重合活性が得られ

にくい仲間である。

【0170】本発明に用いられる粘土、粘土鉱物には、化学処理を施すことが好ましい。化学処理としては、表面に付着している不純物を除去する表面処理、粘土の結晶構造にダメージを与える処理など、何れも使用できる。化学処理として具体的には、酸処理、アルカリ処理、塩類処理、有機物処理などが挙げられる。酸処理は、表面の不純物を取り除くほか、結晶構造中のAl、Fe、Mgなどの陽イオンを溶出させることによって表面積を増大させる。アルカリ処理では粘土の結晶構造が破壊され、粘土の構造の劣化をもたらす。また、塩類処理、有機物処理では、イオン複合体、分子複合体、有機誘導体などを形成し、表面積や層間距離を変えることができる。

【0171】本発明に用いられるイオン交換性層状化合物は、イオン交換性を利用し、層間の交換性イオンを別の大きな嵩高いイオンと交換することにより、層間が拡大した状態の層状化合物であってもよい。このような嵩高いイオンは、層性構造を支える支柱的な役割を担っており、通常、ヒラーと呼ばれる。また、このように層状化合物の層間に別の物質を導入することをインターカレーションという。インターカレーションするゲスト化合物としては、 TiCl_4 、 ZrCl_4 などの陽イオン性無機化合物、 $\text{Ti}(\text{OR})_4$ 、 $\text{Zr}(\text{OR})_4$ 、 $\text{PO}(\text{OR})_3$ 、 $\text{B}(\text{OR})_3$ などの金属アルコキシド(Rは炭化水素基など)、 $[\text{Al}_2\text{O}(\text{OH})_{24}]^{7+}$ 、 $[\text{Zr}_4(\text{OH})_{14}]^{4+}$ 、 $[\text{Fe}_6\text{O}(\text{OCOCH}_3)_6]^{4+}$ などの金属水酸化物イオンなどが挙げられる。

【0172】これらの化合物は単独でまたは2種以上組み合わせで用いられる。また、これらの化合物をインターカレーションする際に、 $\text{Si}(\text{OR})_4$ 、 $\text{Al}(\text{OR})_3$ 、 $\text{Ge}(\text{OR})_4$ などの金属アルコキシド(Rは炭化水素基など)などを加水分解して得た重合体、 SiO_2 などのコロイド状無機化合物などを共存させることもできる。また、ヒラーとしては、上記金属水酸化物イオンを層間にインターカレーションした後に加熱脱水することにより生成する酸化物などが挙げられる。

【0173】本発明に用いられる粘土、粘土鉱物、イオン交換性層状化合物は、そのまま用いてもよく、またボールミル、ふるい分けなどの処理を行った後に用いてもよい。また、新たに水を添加吸着させ、あるいは加熱脱水処理した後に用いてもよい。さらに、単独で用いても、2種以上を組み合わせで用いてもよい。

【0174】これらのうち、好ましいものは粘土または粘土鉱物であり、特に好ましいものはモンモリロナイト、バーミキュライト、ヘクトライト、テニオライトおよび合成雲母である。

【0175】有機化合物としては、粒径が10～300 μm の範囲にある顆粒状ないしは微粒子状固体を挙げることができる。具体的には、エチレン、プロピレン、1-ブテン、4-メチル-1-ペンテンなどの炭素原子数が2～

14の α -オレフィンを主成分として生成される(共)重合体またはビニルシクロヘキサン、スチレンを主成分として生成される(共)重合体、およびそれらの変成体を例示することができる。

【0176】本発明に係るオレフィン重合用触媒は、前記遷移金属化合物(A)、(B-1)有機金属化合物、(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物、および(B-3)イオン化イオン性化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物(B)、必要に応じて担体(C)と共に、さらに必要に応じて後述するような特定の有機化合物(D)を含むこともできる。

【0177】(D)有機化合物成分

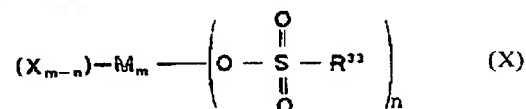
本発明において、(D)有機化合物成分は、必要に応じて、重合性能および生成ポリマーの物性を向上させる目的で使用される。このような有機化合物としては、アルコール類、フェノール性化合物、カルボン酸、リン化合物およびスルホン酸塩等が挙げられるが、これに限られるものではない。

【0178】アルコール類およびフェノール性化合物としては、通常、 $\text{R}^{31}-\text{OH}$ で表されるものが使用される(ここで、 R^{31} は炭素原子数1～50の炭化水素または炭素原子数1～50のハロゲン化炭化水素基を示す。)、アルコール類としては、 R^{31} がハロゲン化炭化水素のものが好ましい。また、フェノール性化合物としては、水酸基の α 、 α' -位が炭素数1～20の炭化水素で置換されたものが好ましい。

【0179】カルボン酸としては、通常、 $\text{R}^{32}-\text{COOH}$ で表されるものが使用される。 R^{32} は炭素原子数1～50の炭化水素基または炭素原子数1～50のハロゲン化炭化水素基を示し、特に、炭素原子数1～50のハロゲン化炭化水素基が好ましい。リン化合物としては、 $\text{P}-\text{O}-\text{H}$ 結合を有するリン酸類、 $\text{P}-\text{OR}$ 、 $\text{P}=\text{O}$ 結合を有するホスフェート、ホスフィンオキシド化合物が好ましく使用される。

【0180】スルホン酸塩としては、下記一般式(X)で表されるものが使用される。

【化76】



式中、Mは周期律表1～14族の元素である。 R^{33} は水素、炭素原子数1～20の炭化水素基または炭素原子数1～20のハロゲン化炭化水素基である。Xは水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数が1～20の炭化水素基、炭素原子数が1～20のハロゲン化炭化水素基である。 m は1～7の整数であり、 n は $1 \leq n \leq 7$ である。

【0181】図1に、本発明に係るオレフィン重合触媒の調製工程を示す。

【0182】次に、オレフィン重合方法について説明す

る。本発明に係るオレフィン重合方法は、上記の触媒の存在下にオレフィンを(共)重合させることからなる。重合の際、各成分の使用法、添加順序は任意に選ばれるが、以下のような方法が例示される。

(1) 成分(A)と、(B-1)有機金属化合物、(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物および(B-3)イオン化イオン性化合物から選ばれる少なくとも1種の成分(B)(以下単に「成分(B)」という。)とを任意の順序で重合器に添加する方法。

(2) 成分(A)と成分(B)とを予め接触させた触媒を重合器に添加する方法。

【0183】(3) 成分(A)と成分(B)を予め接触させた触媒成分、および成分(B)を任意の順序で重合器に添加する方法。この場合、成分(B)は、同一でも異なってもよい。

(4) 成分(A)を担体(C)に担持した触媒成分、および成分(B)を任意の順序で重合器に添加する方法。

(5) 成分(A)と成分(B)とを担体(C)に担持した触媒を重合器に添加する方法。

(6) 成分(A)と成分(B)とを担体(C)に担持した触媒成分、および成分(B)を任意の順序で重合器に添加する方法。この場合、成分(B)は、同一でも異なってもよい。

【0184】(7) 成分(B)を担体(C)に担持した触媒成分、および成分(A)を任意の順序で重合器に添加する方法。

(8) 成分(B)を担体(C)に担持した触媒成分、成分(A)、および成分(B)を任意の順序で重合器に添加する方法。この場合、成分(B)は、同一でも異なってもよい。

(9) 成分(A)を担体(C)に担持した成分、および成分(B)を担体(C)に担持した成分を任意の順序で重合器に添加する方法。

(10) 成分(A)を担体(C)に担持した成分、成分(B)を担体(C)に担持した成分、および成分(B)を任意の順序で重合器に添加する方法。この場合、成分(B)は、同一でも異なってもよい。

【0185】(11) 成分(A)、成分(B)、および有機化合物成分(D)を任意の順序で重合器に添加する方法。

(12) 成分(B)と成分(D)をあらかじめ接触させた成分、および成分(A)を任意の順序で重合器に添加する方法。

(13) 成分(B)と成分(D)を担体(C)に担持した成分、および成分(A)を任意の順序で重合器に添加する方法。

(14) 成分(A)と成分(B)を予め接触させた触媒成分、および成分(D)を任意の順序で重合器に添加する方法。

【0186】(15) 成分(A)と成分(B)を予め接触

させた触媒成分、および成分(B)、成分(D)を任意の順序で重合器に添加する方法。

(16) 成分(A)と成分(B)を予め接触させた触媒成分、および成分(B)と成分(D)をあらかじめ接触させた成分を任意の順序で重合器に添加する方法。

(17) 成分(A)を担体(C)に担持した成分、成分(B)、および成分(D)を任意の順序で重合器に添加する方法。

(18) 成分(A)を担体(C)に担持した成分、および成分(B)と成分(D)をあらかじめ接触させた成分を任意の順序で重合器に添加する方法。

【0187】(19) 成分(A)と成分(B)と成分(D)を予め任意の順序で接触させた触媒成分を重合器に添加する方法。

(20) 成分(A)と成分(B)と成分(D)を予め接触させた触媒成分、および成分(B)を任意の順序で重合器に添加する方法。この場合、成分(B)は、同一でも異なってもよい。

(21) 成分(A)と成分(B)と成分(D)を担体(C)に担持した触媒を重合器に添加する方法。

(22) 成分(A)と成分(B)と成分(D)を担体(C)に担持した触媒成分、および成分(B)を任意の順序で重合器に添加する方法。この場合、成分(B)は、同一でも異なってもよい。

上記の担体(C)に成分(A)および成分(B)が担持された固体触媒成分はオレフィンが予備重合されているもよい。

【0188】本発明に係るオレフィンの重合方法では、上記のようなオレフィン重合触媒の存在下に、オレフィンを重合または共重合することによりオレフィン重合体を得る。本発明では、重合は溶解重合、懸濁重合などの液相重合法または気相重合法のいずれにおいても実施できる。

【0189】液相重合法において用いられる不活性炭化水素媒体として具体的には、プロパン、ブタン、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、デカン、ドデカン、灯油などの脂肪族炭化水素；シクロペンタン、シクロヘキサン、メチルシクロペンタンなどの脂肪族炭化水素；ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素；エチレンクロリド、クロルベンゼン、ジクロロメタンなどのハロゲン化炭化水素またはこれらの混合物などを挙げることができ、オレフィン自身を溶媒として用いることもできる。

【0190】上記のようなオレフィン重合用触媒を用いて、オレフィンの重合を行うに際して、成分(A)は、反応容積1リットル当り、通常 10^{-12} ～ 10^{-2} モル、好ましくは 10^{-10} ～ 10^{-3} モルとなるような量で用いられる。本発明では、成分(A)を、比較的薄い濃度で用いた場合であっても、高い重合活性でオレフィンを重合することができる。

【0191】成分(B-1)は、成分(B-1)と、成分(A)中の遷移金属原子(M)とのモル比〔(B-1)/M〕が、通常0.01~100000、好ましくは0.05~50000となるような量で用いられる。成分(B-2)は、成分(B-2)中のアルミニウム原子と、成分(A)中の遷移金属原子(M)とのモル比〔(B-2)/M〕が、通常10~500000、好ましくは20~100000となるような量で用いられる。成分(B-3)は、成分(B-3)と、成分(A)中の遷移金属原子(M)とのモル比〔(B-3)/M〕が、通常1~10、好ましくは1~5となるような量で用いられる。

【0192】成分(D)は、成分(B)に対して、成分(B-1)の場合、モル比〔(D)/(B-1)〕が通常0.01~10、好ましくは0.1~5となるような量で、成分(B-2)の場合、成分(D)と成分(B-2)中のアルミニウム原子とのモル比〔(D)/(B-2)〕が通常0.001~2、好ましくは0.005~1となるような量で、成分(B-3)の場合、モル比〔(D)/(B-3)〕が通常0.01~10、好ましくは0.1~5となるような量で用いられる。

【0193】また、このようなオレフィン重合触媒を用いたオレフィンの重合温度は、通常、-50~200℃、好ましくは0~170℃の範囲である。重合圧力は、通常、常圧~100kg/cm²、好ましくは常圧~50kg/cm²の条件であり、重合反応は、回分式、半連続式、連続式のいずれの方法においても行うことができる。さらに重合を反応条件の異なる2段以上に分けて行うことも可能である。

【0194】得られるオレフィン重合体の分子量は、重合系に水素を存在させるか、または重合温度を変化させることによって調節することができる。さらに、使用する成分(B)の違いにより調節することもできる。

【0195】このようなオレフィン重合触媒により重合することができるオレフィンとしては、炭素原子数が2~20の α -オレフィン、たとえばエチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、3-メチル-1-ブテン、1-ヘキセン、4-メチル-1-ペンテン、3-メチル-1-ペンテン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセン、1-エイコセン；炭素原子数が3~20の環状オレフィン、たとえばシクロペンテン、シクロヘプテン、ノルボルネン、5-メチル-2-ノルボルネン、テトラシクロドデセン、2-メチル1,4,5,8-ジメタノ-1,2,3,4,4a,5,8,8a-オクタヒドロナフタレン；

【0196】極性モノマー、たとえば、アクリル酸、メタクリル酸、フマル酸、無水マレイン酸、イタコン酸、無水イタコン酸、ビスシクロ[2.2.1]-5-ヘプテン-2,3-ジカルボン酸などの α 、 β -不飽和カルボン酸、およびこれらのナトリウム塩、カリウム塩、リチウム塩、亜鉛塩、マグネシウム塩、カルシウム塩などの金属塩；アク

リル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸n-プロピル、アクリル酸イソプロピル、アクリル酸n-ブチル、アクリル酸イソブチル、アクリル酸tert-ブチル、アクリル酸2-エチルヘキシル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸n-プロピル、メタクリル酸イソプロピル、メタクリル酸n-ブチル、メタクリル酸イソブチルなどの α 、 β -不飽和カルボン酸エステル；酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、カプロン酸ビニル、カプリン酸ビニル、ラウリン酸ビニル、ステアリン酸ビニル、トリフルオロ酢酸ビニルなどのビニルエステル類；アクリル酸グリシジル、メタクリル酸グリシジル、イタコン酸モノグリシジルエステルなどの不飽和グリシジルなどが挙げられる。

【0197】さらにビニルシクロヘキサン、ジエンまたはポリエンなどを用いることもできる。このジエンまたはポリエンとしては、炭素原子数4~30、好ましくは4~20で二個以上の二重結合を有する環状又は鎖状の化合物である。具体的には、ブタジエン、イソプレン、4-メチル-1,3-ペンタジエン、1,3-ペンタジエン、1,4-ペンタジエン、1,5-ヘキサジエン、1,4-ヘキサジエン、1,3-ヘキサジエン、1,3-オクタジエン、1,4-オクタジエン、1,5-オクタジエン、1,6-オクタジエン、1,7-オクタジエン、エチリデンノルボルネン、ビニルノルボルネン、ジシクロペンタジエン；7-メチル-1,6-オクタジエン、4-エチリデン-8-メチル-1,7-ノナジエン、5,9-ジメチル-1,4,8-デカトリエン；

【0198】さらに芳香族ビニル化合物、例えばスチレン、o-メチルスチレン、m-メチルスチレン、p-メチルスチレン、o,p-ジメチルスチレン、o-エチルスチレン、m-エチルスチレン、p-エチルスチレンなどのモノもしくはポリアルキルスチレン；メトキシスチレン、エトキシスチレン、ビニル安息香酸、ビニル安息香酸メチル、ビニルベンジルアセテート、ヒドロキシスチレン、o-クロロスチレン、p-クロロスチレン、ジビニルベンゼンなどの官能基含有スチレン誘導体；および3-フェニルプロピレン、4-フェニルプロピレン、 α -メチルスチレンなどが挙げられる。

【0199】本発明に係るオレフィン重合用触媒は、高い重合活性を示し、また分子量分布の狭い重合体を得ることができる。さらに、2種以上のオレフィンを共重合したときに、組成分布が狭いオレフィン共重合体を得ることができる。

【0200】また、本発明に係るオレフィン重合用触媒は、 α -オレフィンと共役ジエンとの共重合に用いることもできる。ここで用いられる α -オレフィンとしては、上記と同様の炭素原子数が2~30、好ましくは2~20の直鎖状または分岐状の α -オレフィンが挙げられる。なかでもエチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、1-ヘキセン、4-メチル-1-ペンテン、1-オクテンが好ましく、エチレン、プロピレンが

特に好ましい。これらの α -オレフィン、1種単独でまたは2種以上組合わせて用いることができる。

【0201】また共役ジエンとしては、たとえば1,3-ブタジエン、イソプレン、クロロプレン、1,3-シクロヘキサジエン、1,3-ペンタジエン、4-メチル-1,3-ペンタジエン、1,3-ヘキサジエン、1,3-オクタジエンなどの炭素原子数が4~30、好ましくは4~20の脂肪族共役ジエンが挙げられる。これらの共役ジエンは、1種単独でまたは2種以上組合わせて用いることができる。

【0202】本発明では、さらに、 α -オレフィンと非共役ジエンまたはポリエンを共重合させることも出来る。用いられる非共役ジエンまたはポリエンとしては、1,4-ペンタジエン、1,5-ヘキサジエン、1,4-ヘキサジエン、1,4-オクタジエン、1,5-オクタジエン、1,6-オクタジエン、1,7-オクタジエン、エチリデンノルボルネン、ビニルノルボルネン、ジシクロペンタジエン、7-メチル-1,6-オクタジエン、4-エチリデン-8-メチル-1,7-ノナジエン、5,9-ジメチル-1,4,8-デカトリエン等を挙げることができる。

【0203】

【発明の効果】本発明により、オレフィン重合用触媒として有用な新規な遷移金属錯体が提供される。また、本発明に係るオレフィン重合用触媒は、オレフィンに対して高い重合活性を有する。さらに、本発明に係るオレフィンの重合方法によれば、高い重合活性でオレフィン(共)重合体を製造できる。

【0204】以下に実施例に基づいて本発明を具体的に説明するが、本発明はこれら実施例によって限定されるものではない。

【0205】

【実施例】(実施例1)

前記式(I')の化合物(配位子L1)の合成

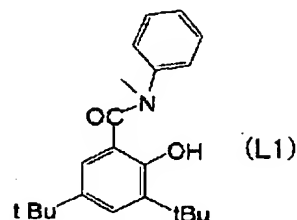
十分に窒素置換した100mlの反応器を0℃に冷却し、3,5-ジ-*n*-ブチルサリチル酸2.5g(10mmol)と塩化チオニル2mlを仕込み、ジメチルホルムアルデヒドを1滴滴下する。攪拌しながら0℃から室温まで徐々に昇温した後、さらに室温で8時間攪拌を続けた。反応液を常圧で蒸留し、未反応の塩化チオニルを除去し、さらに80℃で2時間減圧乾燥することで黄色オイルを2.85g得た。このオイルを窒素雰囲気下、塩化メチレン20mlに溶解し、0℃に冷却後N-メチルアニリン1.07g(10mmol)及び、トリエチルアミン2.02g(20mmol)の塩化メチレン溶液10mlをゆっくり滴下した。反応液を室温まで昇温し、さらに8時間攪拌を続けた。反応液を水でクエンチして油層を分離し、油層を20mlの水で5回洗浄後、硫酸ナトリウムで乾燥し、カラム精製(展開溶媒：ヘキサン/酢酸エチル系)をすることで、下記式(L1)で示される蛍黄色オイルの化合物を2.9g(収率82

%)得た。

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3): 0.93(s,9H) 1.50(s,9H) 3.60(s,3H) 6.8-7.5(m,7H) 14.45(s,1H)

FD-質量分析: (M+) 339

【化77】



【0206】前記式(I)の化合物(A-1)の合成: 十分に乾燥、アルゴン置換した100mlの反応器に、化合物(L1)を1.07g(3.0mmol)とジエチルエーテル15mlを仕込み、-78℃に冷却し、攪拌した。これに*n*-ブチルリチウム2.1ml(1.54mmol/ml *n*-ヘキサン溶液、3.3mmol)を5分かけて滴下し、その後ゆっくりと室温まで昇温し、室温で4時間攪拌を続け、リチウム塩溶液を調製した。この溶液を-78℃に冷却し、四塩化チタン溶液3.00ml(0.5mmol/mlヘプタン溶液、1.50mmol)を徐々に滴下した。滴下終了後、ゆっくりと室温まで昇温しながら攪拌を続けた。さらに加熱還流下で4時間攪拌した後、反応液を減圧濃縮し、析出した固体を塩化メチレン30mlに溶解し、不溶物を除去した。得られたろ液を減圧濃縮し、析出した固体をジエチルエーテル30mlと塩化メチレン3mlの混合溶液で洗浄、さらにヘキサン50mlでリンスし、これを減圧乾燥させることにより下記式(A-1)で示される茶褐色粉末の化合物を0.37g(収率30%)得た。

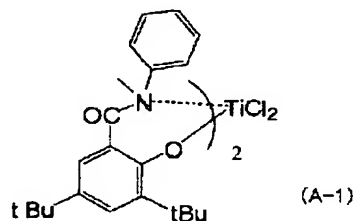
FD-質量分析: (M+) 795

元素分析: Ti: 6.3% (6.0)

()

内は計算値

【化78】



【0207】(実施例2)

前記式(I)の化合物(B-1)の合成: 十分にアルゴン置換した100mlの反応器に上記で得られた化合物L1を1.07g(3.0mmol)とTHF15mlを仕込み、-78℃に冷却し、攪拌した。これに*n*-ブチルリチウム2.0ml(*n*-ヘキサン溶液、1.54N、3.10mmol)を5分かけて滴下し、その後ゆっくりと室温まで昇温した。室温で4時間攪拌後、再度-78℃に冷却してZrCl₄ 0.35g(1.00mmol)

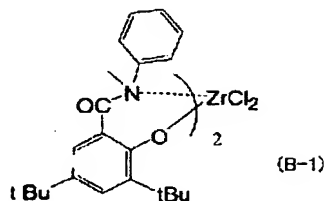
o 1) を徐々に添加した。添加後、ゆっくりと室温まで昇温し、さらに加熱環流を4時間行った。この反応液を減圧濃縮し、析出した固体を塩化メチレン30mlで洗浄し、不溶物を除去した。得られたジクロロメタン溶液を減圧濃縮し、析出した固体をジエチルエーテル・塩化メチレン溶液(ジエチルエーテル:塩化メチレン=10:1)30mlで洗浄し、さらにヘキサン50mlで洗浄後、減圧乾燥させることにより下記式(B-1)で示される黄褐色の粉末の化合物を0.24g(収率18%)を得た。

FD-質量分析 : (M+) 839

元素分析 : Zr; 10.6% (10.9)

()内は計算値

【化79】



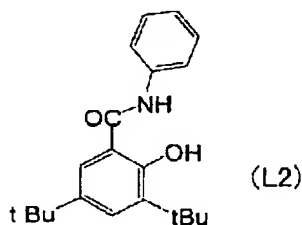
【0208】(実施例3)

前記式(III)の化合物(配位子)(L2)の合成
十分に窒素置換した100mlの反応器を0℃に冷却し、3,5-ジ-*n*-ブチルサリチル酸2.5g(10mmol)と塩化チオニル2mlを仕込み、ジメチルホルムアルデヒドを1滴滴下する。攪拌しながら0℃から室温まで徐々に昇温した後、さらに室温で8時間攪拌を続けた。反応液を常圧で蒸留し、未反応の塩化チオニルを除去し、さらに80℃で2時間減圧乾燥することによって黄色オイルを2.85g得た。このオイルを窒素雰囲気下、塩化メチレン20mlに溶解し、0℃に冷却後アニリン0.93g(10mmol)及び、トリエチルアミン2.02g(20mmol)の塩化メチレン溶液10mlをゆっくり滴下した。反応液を室温まで昇温し、さらに8時間攪拌を続けた。反応液を水でクエンチして油層を分離し、油層を20mlの水で5回洗浄後、硫酸ナトリウムで乾燥し、カラム精製(展開溶媒:ヘキサン 酢酸エチル系)をすることで、下記式(L2)で示される黄褐色オイルの化合物を3.1g(収率91%)得た。

¹H-NMR(CDCl₃): 1.30(s, 9H) 1.40(s, 9H) 7.1-7.9(m, 8H) 14.20(s, 1H)

FD-質量分析 : (M+) 323

【化80】



【0209】前記式(III)の化合物(A-2)の合成:
十分に乾燥、アルゴン置換した100mlの反応器に、化合物L2; 0.51g(1.50mmol)とジエチルエーテル15mlを仕込み、-78℃に冷却し、攪拌した。これに*n*-ブチルリチウム2.1ml(1.54mmol/ml *n*-ヘキサン溶液、3.3mmol)を5分かけて滴下し、その後ゆっくりと室温まで昇温し、室温で4時間攪拌を続け、リチウム塩溶液を調製した。この溶液を-78℃に冷却し、四塩化チタン溶液3.00ml(0.5mmol/mlヘプタン溶液、1.50mmol)を徐々に滴下した。

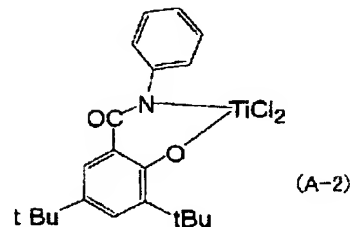
滴下終了後、ゆっくりと室温まで昇温しながら攪拌を続けた。さらに加熱還流下で4時間攪拌した後、反応液を減圧濃縮し、析出した固体を塩化メチレン30mlに溶解し、不溶物を除去した。得られたろ液を減圧濃縮し、析出した固体をジエチルエーテル30mlと塩化メチレン3mlの混合溶液で洗浄、さらにヘキサン50mlでリンスし、これを減圧乾燥させることにより下記式(A-2)で示される茶褐色粉末の化合物を0.21g(収率31%)得た。

FD-質量分析 : (M+) 442

元素分析 : Ti; 10.7% (10.8)

()内は計算値

【化81】



【0210】(実施例4)

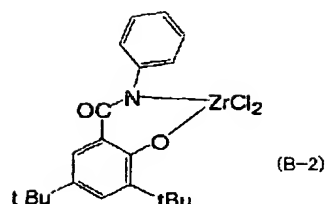
前記式(III)の化合物(B-2)の合成: 十分にアルゴン置換した100mlの反応器に上記で得られた化合物(L2)0.51g(1.50mmol)とTHF15mlを仕込み、-78℃に冷却し、攪拌した。これに*n*-ブチルリチウム2.0ml(*n*-ヘキサン溶液、1.54N、3.10mmol)を5分かけて滴下し、その後ゆっくりと室温まで昇温した。室温で4時間攪拌後、再度-78℃に冷却してZrCl₄ 0.35g(1.00mmol)を徐々に添加した。添加後、ゆっくりと室温まで昇温し、さらに加熱環流を4時間行った。この反応液を減圧濃縮し、析出した固体を塩化メチレン30mlで洗浄し、不溶物を除去した。得られたジクロロメタン溶液を減圧濃縮し、析出した固体をジエチルエーテル・塩化メチレン溶液(ジエチルエーテル:塩化メチレン=10:1)30mlで洗浄し、さらにヘキサン50mlで洗浄後、減圧乾燥させることにより下記式で示される黄褐色の粉末(B-2)を0.16g(収率21%)得た。

FD-質量分析 : (M+) 485

元素分析 : Zr; 18.5% (18.8)

()内は計算値

【化82】



【0211】(実施例5)

エチレンの重合：十分に窒素置換した内容積500mlのガラス製オートクレーブにトルエン250mlを装入し、エチレン100リットル/hrで液相および気相をエチレンで飽和させる。その後、メチルアルミノキサン(MAO)をアルミニウム原子換算で1.1875mmol、引き続き、化合物(A-1)を0.005mmol加え重合を開始する。常圧のエチレンガス雰囲気下、25℃で60分間反応させた後、少量のイソブタノールを添加することにより重合を停止した。重合終了後、反応物を大量のメタノールに投入してポリマーを全量析出させた後、塩酸を加えてガラスフィルターで濾過した。ポリマーを80℃、10時間で減圧乾燥した後、ポリエチレンを0.04g得た。チタン1molあたりの重合活性は16kg/molhであり、得られたポリエチレンの極限粘度[η]は7.6dl/gであった。

【0212】(実施例6)

エチレンの重合：実施例2で得られた化合物(B-1)を用い、実施例5と同様の条件で重合反応を行った結果、ポリエチレンを0.10g得た。ジルコニウム1molあたりの重合活性は40kg/molhであり、得られたポリエチレンの極限粘度[η]は9.1dl/gであった。

【0213】(実施例7)

エチレンの重合：実施例3で得られた化合物(A-2)

を用い、実施例5と同様の条件で重合反応を行った結果、ポリエチレンを0.03g得た。チタン1molあたりの重合活性は12kg/molhであり、得られたポリエチレンの極限粘度[η]は6.9dl/gであった。

【0214】(実施例8)

エチレンの重合：実施例4で得られた化合物(B-2)を用い、実施例5と同様の条件で重合反応を行った結果、ポリエチレンを0.06g得た。ジルコニウム1molあたりの重合活性は24kg/molhであり、得られたポリエチレンの極限粘度[η]は3.4dl/gであった。

【0215】(実施例9)

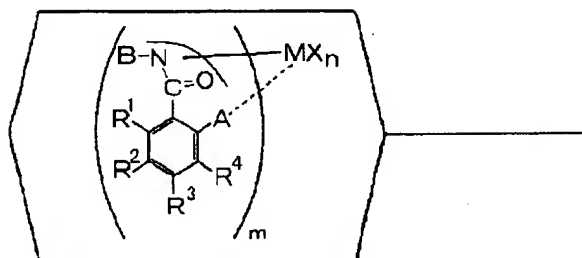
エチレンの重合：十分に窒素置換した内容積500mlのガラス製オートクレーブにトルエン250mlを装入し、液相および気相をエチレン100リットル/hrで飽和させる。その後、トリイソブチルアルミニウム(TIBA)を0.25mmol、引き続き化合物(A-2)を0.005mmol、トリフェニルカルベニウムテトラキス(ペンタフルオロフェニル)ボレート(TrB)を0.006mmol加え重合を開始する。常圧のエチレンガス雰囲気下、25℃で1時間反応させた後、少量のイソブタノールを添加することにより重合を停止する。重合終了後、反応物を大量のメタノールに投入してポリマーを全量析出させた後、塩酸を加えてガラスフィルターで濾過した。ポリマーを80℃、10時間で減圧乾燥した後、ポリエチレンを0.18g得た。ジルコニウム1molあたりの重合活性は72kg/molhであり、得られたポリエチレンの極限粘度[η]は4.4dl/gであった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るオレフィン重合用触媒の調製工程を示す説明図である。

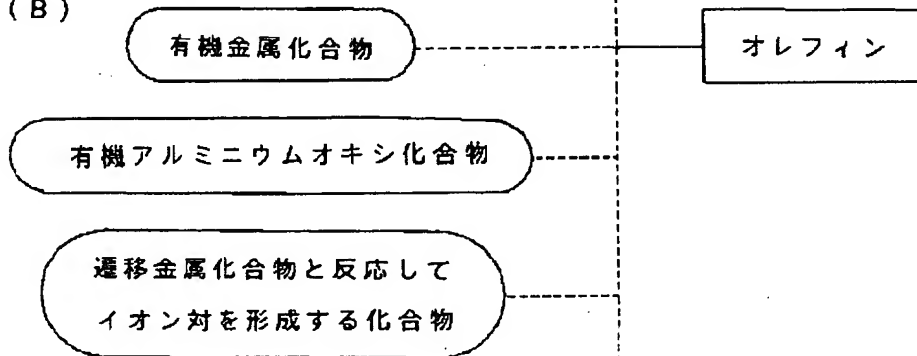
【図1】

(A) 遷移金属化合物



M : 周期律表第3～11族の遷移金属原子、 $m : 1 \sim 6$
A : $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-Se-$ 、 $-N(R^5)-$ 又は $-O(R^6)$ 、又は
 $-R^7$ と $-R^8$ 、 $=NR^9$ 又は $=C(R^{10})R^{11}$ を有する窒素原子
B : Nの結合基として $-R^a$ 、 $-R^b$ 及び $-R^c$ 、 $=NR^d$ 又は
 $=C(R^e)R^f$
 $R^1 \sim R^{11}$ 、 $R^a \sim R^f$: 水素、炭化水素基等
n : Mの価数を満たす数
X : ハロゲン、炭化水素基等

(B)



(C) 第3成分

(担体)

フロントページの続き

(72)発明者 藤田 照典
山口県玖珂郡和木町和木六丁目1番2号
三井化学株式会社内

Fターム(参考) 4H049 VN01 VN02 VN03 VN05 VN06
VP01 VP02 VQ39 VQ40 VQ49
VQ59 VQ60 VQ89 VQ90 VQ92
VQ93 VQ94 VR23 VR32 VR33
VR41 VR42 VR51 VR52 VU13
VU33 VW01
4J028 AA01A AB00A AB01A AC00A
AC01A AC08A AC18A AC26A
AC29A AC31A AC41A AC42A
AC44A AC45A AC46A AC47A
AC48A AC49A BA01B BA02B
BB00B BB01B BB02B BC01B
BC04B BC05B BC06B BC12B
BC15B BC17B BC19B BC24B
BC25B BC27B BC28B BC29B
CA25C CA26C CA27C CA28C
CA29C CA30C EB01 EB02
EB03 EB04 EB05 EB07 EB08
EB09 EB10 EB11 EB12 EB13
EB14 EB16 EB17 EB18 EB21
EB24 EB25 EB26 GB01

THIS PAGE BLANK (USPTO)